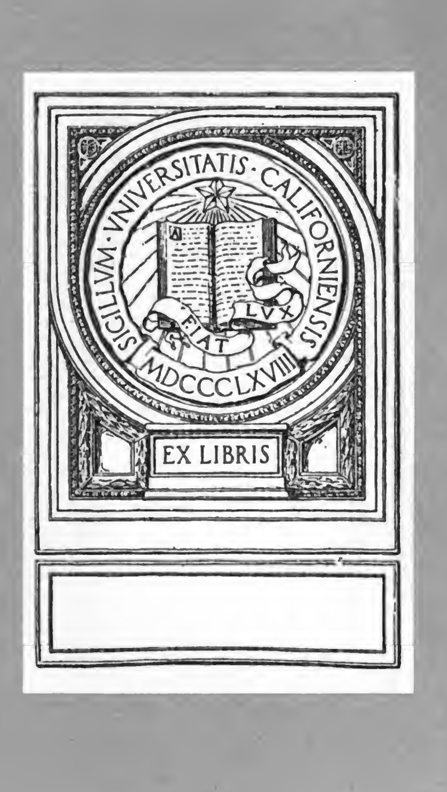
GRUNDZÜGE DER GEORGNOSIE UND GEOLOGIE

Gustav von Leonhard




SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

GRUNDZÜGE

DER

GEOGNOSIE UND GEOLOGIE

VON

DR. GUSTAV LEONHARD,
A. O. PROFESSOR IN HEIDELBERG.

DRITTE VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

MIT 182 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1874.

Vorrede.

Eine Vergleichung mit der zweiten Auflage wird nicht verkennen lassen, dass es in der vorliegenden dritten Auflage mein Bestreben war, die neuesten Forschungen in der Geologie möglichst zu berücksichtigen. Bei den bedeutenden Fortschritten der Wissenschaft hat aber dieses Bestreben auch eine Erweiterung des Buches zur Folge gehabt. Den Herren Professoren Benecke, Geinitz und Sandberger sage ich für manche mir gemachte Mittheilungen meinen verbindlichen Dank.

Heidelberg im April 1874.

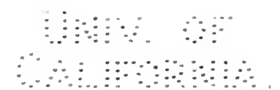
G. Leonhard.

Inhalts-Uebersicht.

Seite

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.



Einleitung.

Begriff von Geognosie und Geologie.

Geognosie ist die Wissenschaft, welche sich mit dem inneren Bau unseres festen Erdkörpers beschäftigt; sie hat die Felsmassen, aus welchen derselbe besteht, deren innere und äussere Formen, deren Lagerungs-Verhältnisse zu erforschen.

Geologie — oder richtiger Geogenie — sucht die Entstehungs-Weise der einzelnen Felsmassen im Besonderen, und die der Erde im Allgemeinen zu ermitteln.

Während also die Geognosie den gegenwärtigen Zustand der Erde betrachtet, strebt die Geologie zu ermitteln, auf welche Weise eben dieser Zustand hervorgegangen, was für Ursachen und Kräfte dabei obgewaltet. Die Geologie ist demnach eine Entwickelungs-Geschichte der Erde.

Die Worte Geognosie und Geologie werden oft verwechselt oder als gleichbedeutend angenommen. Beide sind auf das Innigste mit einander verknüpft und es kann die Geognosie gleichsam als der practische, die Geologie als der theoretische Theil einer und derselben Wissenschaft betrachtet werden. Die Geognosie liefert — wie **Cotta** bemerkt — der Geologie die Materialien zu einem Ideen-Gebäude.

Bedeutung der Geognosie.

Die grosse Bedeutung der Geognosie, ihr vielseitiger Einfluss auf Künste und Gewerbe hat sich immer mehr geltend gemacht, ist allgemein anerkannt.

Die Geognosie ist zunächst für den Bergmann von grösster Wichtigkeit. Das Aufsuchen, das Auffinden und die Gewinnung nutzbarer Mineralien kann nur dann mit Erfolg betrieben werden, wenn der Bergmann zugleich Geognost ist; denn: „Geognosie, die Kenntniss von den Structur-Verhältnissen der festen Erdrinde ist der Leitstern des Bergmanns auf seiner finsteren Bahn.“

Beim Graben von Brunnen, bei der Anlage artesischer Brunnen, bei Bohr-Versuchen ist einige geognostische Kenntniss nothwendig; man muss wissen, in welchem Gestein am ehesten Quellen zu erwarten; Beschaffenheit, Mächtigkeit, Lage der Schichten kommen in Betracht, Porosität oder Wasser-Dichtigkeit.

Bei der Anlage von Eisenbahnen ist es nicht allein mit einem Vermessen des Gebietes, mit einer Untersuchung von dessen Oberfläche gethan; es handelt sich auch um Beschaffenheit des Bodens selbst, um die geringeren oder grösseren Schwierigkeiten, welche einem Durchbrechen der Felsmassen zur Anlage von Tunneln im Wege stehen, um die Möglichkeit stärkeren Wasser-Zudrangs im Gebirgs-Innern u. s. w.

Bei der Anlage von Strassen ist dasselbe der Fall; der Strassen-Ingenieur muss die Unterlage seiner Bauten kennen, er darf für solche kein sandiges oder thoniges Material wählen.

Mit Forst- und Landwirthschaft steht Geognosie in noch weit innigerem Zusammenhange; denn eine Beurtheilung der Beschaffenheit des Bodens (Bodenkunde), seiner Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit ist nur dem möglich, welcher sich mit der Lithologie oder Gestein-Lehre vertraut gemacht hat. Forst- und Landwirthe, welche zugleich tüchtige Geognosten sind, können dieser Wissenschaft von grossem Nutzen werden, indem sich ihnen bei ihrem Berufe, d. h. bei ihrem häufigen Aufenthalt in freier Natur vielfach Gelegenheit zur Entdeckung nutzbarer Mineralien bietet.

So zeigt sich allenthalben die grosse Bedeutung der Geognosie, ihr enger Zusammenhang mit den meisten Bedürfnissen des Menschen. „Denn was gebraucht der Mensch im Allgemeinen, um leben zu können? Gesunde Luft, gesundes Wasser, einen guten Erdboden für die Landwirthschaft und die Viehzucht, gutes Material für seine Wohnungen, für seine öffentlichen Gebäude, für mehrere seiner artistischen und industriellen Unternehmungen, seine Strassen in den Städten und auf dem Lande, zu seiner Beleuchtung — um Alles dies finden zu können, giebt es fast nur eine Wissenschaft, die Geognosie.“

Erster Theil.

Geognosie.

Die Geognosie zerfällt in fünf Abschnitte, nämlich:

1) Aeussere Geognosie oder die allgemeinen Verhältnisse der Erde;
2) Petrographie oder Gestein-Lehre;
3) Formen-Lehre der Gesteine;
4) Lagerungs-Lehre der Gesteine;
5) Petrefactenkunde oder Versteinerungs-Lehre.

Erster Abschnitt.

Aeussere Geognosie oder allgemeine Verhältnisse des Erdkörpers.

Gestalt und Temperatur der Erde.

Die Erde besitzt bekanntlich die Gestalt eines Sphäroids. Sie erscheint als eine in der Richtung ihrer Drehungs-Axe um $^1/_{299}$ ihres Durchmessers zusammengedrückte Kugel. Der Polar-Durchmesser oder die Erdaxe beträgt 1713, der Aequatorial-Durchmesser 1719 Meilen.

Dass die Erde rund sei, war ein schon im Alterthum herrschender Glaube. Ihre sphäroidale Gestalt wurde insbesondere im sieben- und achtzehnten Jahrhundert durch Grad-Messungen französischer Physiker und Astronomen, sowie durch an der Meeres-Küste angestellte Pendel-Versuche bestätigt.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass in gewissen Tiefen des Erdinnern keine oder wenigstens keine so beträchtlichen Aenderungen der Temperatur stattfinden, wie solches an der Erdoberfläche alljährlich der Fall. Die Beobachtungen an solchen Orten, wo man bis zu bedeutendern Tiefen in das Erdinnere eingedrungen, in Bergwerken, haben gezeigt, dass mit der Tiefe auch die Temperatur zunehme.

Die beträchtlichsten Tiefen, welche man in Gruben erreicht hat, sind:

zu Freiberg gegen	1800	Par. F.
„ Andreasberg	2062	„ „
„ Kitzbühl in Tirol	2916	„ „
„ Kuttenberg in Böhmen . .	3545	„ „

Schon **Lampadius** hatte auf diese Thatsache aufmerksam gemacht und mannichfache Untersuchungen in den Bergwerks-Revieren Frankreichs, Englands, namentlich aber Deutschlands (Erzgebirge) bestätigten solche.

Da die genaue Bestimmung der Luft in den Gruben mit verschiedenen dort obwaltenden, störenden Einflüssen zu kämpfen hat — wie zudringende Wasser, Wetterzug, Zersetzung von Gesteinen, Kohlen, Schwefelmetallen, wozu in den befahrenen Gruben noch Einwirkung des Lichtes, Pulverdampf u. s. w. kommt —, so suchte man die Temperatur der in den Gruben vorhandenen Wasser, insbesondere der Quellen zu ermitteln.

Aber auch diese sind manchen Schwankungen unterworfen, je nach den Tiefen und Gesteinen, aus welchen sie stammen. **Henwood** zeigte, dass die Temperatur der Quellen in den Bergwerken Cornwalls bei gleicher Tiefe anders im Granit als im Thonschiefer sei. **Fox** wies nach, dass von sehr mächtigen Erzgängen kommenden Wassern besonders hohe Temperatur eigen sei.

Endlich wurde der ohne Zweifel sicherste Weg eingeschlagen: man suchte durch tief in die Felsmasse in den Gruben hineingebrachte Thermometer die Temperatur des Gesteins zu bestimmen.

Die Resultate, zu welchen man durch alle diese Untersuchungen gelangte, waren verschieden.

So zeigte sich z. B. in Steinkohlen-Gruben die Zunahme der Temperatur noch einmal so gross wie in Erzgruben. Besonders hoch erschien die Temperatur in solchen Gruben, die man in der Nähe von Regionen betreibt, wo vulkanische Katastrophen stattfanden. Bei Monte Massi in Toscana beobachtete man bei einem im Tertiär-Gebirge abgeteuften Schacht in 1071 F. Teufe eine Temperatur von 41° C.

Im Allgemeinen ergab es sich, dass man ungefähr als runde Zahl für 100 F. Tiefe eine Temperatur-Zunahme von 1° C. anschlagen, aber keine bestimmten Gesetze darüber aufstellen könne.

Besonders wichtig ist auch die von **Reich** nach zahlreichen Beobachtungen ermittelte Thatsache: dass in den Tiefen der Gruben im Allgemeinen die erkaltenden

Einflüsse stärker als die erwärmenden, und dass die Gesteine in den Gruben im Verlauf der Zeit eine Abbkühlung erleiden.

Ausser in Bergwerken suchte man auch in artesischen Brunnen die Wärme-Zunahme zu erforschen und gelangte zu ähnlichen Ergebnissen, nur mit dem Unterschiede, dass überhaupt in artesischen Brunnen die Zunahme der Temperatur eine viel bedeutendere sei wie in Bergwerken.

Auch mit artesischen Brunnen ist man bereits zu beträchtlichen Tiefen eingedrungen; bei Rüdersdorf unfern Berlin fand man bei 880 F. Teufe eine Temperatur von 23,50° C.; bei la Grenelle unfern Paris bei 1684 F. 27,70° C.; bei Mondorf in Luxemburg bei 2066 F. 34° C.; bei Neusalzwerk in Westphalen bei 2144 F. 33,6° C.

Beachtung verdient auch das mittelst der artesischen Brunnen aufgefundene Ergebniss über die einem Grade Temperatur-Zunahme entsprechende Tiefe, die sogenannte geothermische Tiefenstufe.

Zieht man von der in der grössten Tiefe eines Bohrloches ermittelten Temperatur die durchschnittliche Jahres-Temperatur irgend eines Ortes ab und theilt dies Ergebniss mit der Tiefe des Bohrloches, so erhält man diejenige Länge in Fussen, um welche die Temperatur der Erde um einen Grad wächst.

	Tiefe des Bohrlochs.	Tiefen-Stufe P. F.
La Rochelle	379	60,6
Rüdersdorf	880	92,0
La Grenelle	1684	95,0
Kissingen	1798	84
Homburg vor der Höhe . . .	1782	118,8
Artern in Thüringen	1000	120,00
Mondorf in Luxemburg . . .	2066	91,1
Neufen (Württemberg)	1045	31,1

Dichtigkeit der Erde.

Auf die Anziehungskraft der Erde sind die Versuche gegründet, ihre Dichtigkeit oder specifisches Gewicht zu ermitteln. Diese Versuche bestehen 1) in der Ablenkung des Bleilothes durch die Masse eines in der Nähe befindlichen Berges; 2) auf Schwingungen des Pendels, sei es auf einem hohen Berge, sei es in einem tiefen Schachte, und 3) auf den Schwingungen eines an einem Faden aufgehängten leichten Wagebalkens, der auch die kleinsten Kräfte des Stosses, der Anziehung und Abstossung zeigt, sogenannte Drehwage.

Schon **Bouguer** und **Condamine** hatten auf die Anziehungs-Kraft hoher Berge und die hierdurch bedingte Ablenkung des Bleilothes aufmerksam gemacht, nachdem **Bouguer** gefunden, dass der Chimborazo das Pendel um 7 bis 8 Secunden aus der senkrechten Richtung entferne. Darauf stellten **Maskelyne** und **Hutton** in den Umgebungen des Berges Shehallion in den schottischen Hochlanden ihre Untersuchungen von 1774 bis 1776 über die Ablenkung des Lothes durch die berechnete Bergmasse

an und **Hutton** berechnete alsdann, wie sich die Anziehung der gesammten Erde zu jener des Shehallion verhalte und fand 4,95 als die wahrscheinliche Zahl für die Dichtigkeit des Erdkörpers, welches Resultat später nach einer genaueren geognostischen Untersuchung des Shehallion zu 4,713 berichtigt wurde.

Auf die Abnahme der Pendelschwingungen in beträchtlicher Höhe gründete der Mailänder Astronom **Carlini** im Jahre 1824 auf dem Mont Cenis in Piemont seine Beobachtungen; er erhielt als Zahl der mittleren Dichtigkeit 4,84. — **Airy** fand, indem er im Jahre 1826 gleichzeitig zwei Pendel, das eine am Ausgang, das andere in der Tiefe eines 1180 F. tiefen Schachtes bei Newcastle schwingen liess, eine Zunahme des letzteren um $2^1/_4$ Secunden innerhalb 24 Stunden, woraus er 6,623 berechnete.

Das Gewicht der Erde durch die Anziehung von Kugeln an der Drehwage von **Coulombe** zu ermitteln, wurde zuerst von **Cavendish** bewerkstelligt; er fand im Jahre 1798 die Zahl 5,48, während später (1837) durch sehr sorgfältige Beobachtungen **Reich** 5,49 und nach ihm **Baily** 5,66 berechneten.

Aus allen diesen Untersuchungen ergiebt sich, dass die mittlere Dichtigkeit der Erde etwa = 5,5 betrage, demnach etwa zwischen jener des Wassers und Silbers stehe und etwa der des Eisenkies oder Magneteisenerzes gleichkommt. Es geht aber auch ferner noch hervor: dass die Erde nicht — wie man früher anzunehmen geneigt war — ebenso viel wiegt, wie eine gleich grosse Masse der ihre Oberfläche zusammensetzenden Gesteine, sondern dass ihre Dichtigkeit von Aussen nach dem Mittelpunkt immer mehr zunimmt.

Demnach dürfte die mittlere Dichtigkeit der inneren Erdmasse ungefähr der des gediegenen Eisens, also = 7—8 entsprechen, während jene der Erdrinde nicht über das specifische Gewicht gewisser Silicate, etwa = 2,5 beträgt.

Vertheilung von Land und Wasser auf der Erde.

Die Oberfläche des Erdsphäroids beträgt ungefähr 9,260,500 Quadratmeilen; hievon sind etwa:

2,424,000	Quadratmeilen	Landfläche,
6,836,500	„	Meerfläche,
9,260,500.		

An der Erdoberfläche entstehen durch die Polarkreise drei Abtheilungen: der nördliche und südliche Polarabschnitt, zwischen welchen der grosse mittlere Erdgürtel liegt.

Grösse des nördlichen Polarabschnitts	387,000	Quadratm
„ „ südlichen „	387,000	„
„ „ mittleren Erdgürtels . .	8,486,500	„
	9,260,500	Quadratm.

Gegenüber dem Flächenraum, welchen das Land einnimmt, behauptet demnach das Meer den dreifachen; und während es allenthalben zusammenhängt, erscheint die Landfläche in grössere und kleinere Theile zer-

stückelt. Unter diesen treten besonders drei ausgedehntere, zusammenhängende Landmassen hervor, die man als Festländer oder Continente bezeichnet. Es sind dies: 1) der Ostcontinent, die sogenannte alte Welt; 2) der Westcontinent, die neue Welt, und 3) der Südostcontinent, auch Australland genannt.

Sowohl durch die Lage dieser Continente, als auch durch die Polarkreise wird die gesammte Fläche des Meeres in fünf grössere Abtheilungen, Oceane, geschieden.

Durch den nördlichen Polarkreis wird der nördliche, durch den südlichen Polarkreis der südliche Polar-Ocean abgeschnitten; dann werden im mittleren Erdgürtel, nach der Vertheilung der Continente drei Oceane gebildet: 1) der Ostocean (auch grosse Ocean genannt); 2) der Westocean oder atlantische Ocean und 3) der Südost- oder indische Ocean.

Unter den Continenten ist der Ostcontinent, unter den Oceanen der Ostocean der grösste. Der Flächenraum, welchen die Inseln einnehmen, beträgt 162,000 Quadratmeilen.

Die Vertheilung von Land und Meer an der Erdoberfläche ist folgende:

	Quadratm.		
1) Ostcontient	1,494,000		
2) Westcontinent . . .	630,000		
3) Südostcontinent . . .	138,000		
Continente:	2,262,000	Land . .	2,424,000
Inseln:	162,000		
1) Ostocean	3,260,000		
2) Westocean	1,626,000		
3) Südostocean	1,300,000		
4) Südpolarocean . . .	387,000		
5) Nordpolarocean . .	263,000		
Oceane:	6,836,000	Wasser . .	6,836,000
		Gesammte Oberfläche:	9,260,000.

Oberflächen-Gestalt des Landes.

Während die Oberfläche des Meeres eine einförmige Horizontal-Fläche, ist jene des Landes ein mannigfacher Wechsel von Erhebungen und Senkungen.

Dieselben sind abhängig: 1) von der Verschiedenheit der Neigung gegen die Meeresebene; 2) von der vertikalen Ausdehnung der Erhebungen und 3) von der horizontalen Ausdehnung der gleichmässig erhobenen oder vertieften Flächen.

Man unterscheidet zwischen absoluter und relativer Höhe. Jene bezeichnet die Erhebung eines Punktes über die Oberfläche des Meeres, diese die Erhebung eines Punktes über einen beliebigen anderen.

Berg heisst im Allgemeinen jede Erhöhung über die Ebene; der untere an die Ebene anstossende Theil ist der Fuss; zwischen Fuss und Gipfel liegt der Abhang.

Je nachdem die Gipfel mehr oder weniger spitze oder rundliche, hat man in verschiedenen Ländern verschiedene Benennungen, wie Nadeln, Hörner, Kogel, Kofel, Kopf. Steile Abhänge werden als Wände oder Klippen bezeichnet.

Berge vereinigen sich zu Gebirgen, bald reihenweise: Gebirgsketten, bald gruppenweise: Gebirgs-Gruppe. Gebirgskamm heisst die Linie, welche die erhabensten Punkte eines Gebirges mit einander verbindet, Gebirgspass die meist tief eingeschnittene Linie im Kamm.

Nach der absoluten Höhe der Gipfel theilt man die Gebirge ein in:

Hügel bis zu	2000	Fuss,	
Niedrige Gebirge von . . .	2—4000	„	
Mittelgebirge von	4—8000	„	
Hochgebirge von	8000	„	und darüber.

Thäler heissen die oft sehr ausgedehnten Vertiefungen zwischen Bergen und Gebirgen.

Man unterscheidet: Hauptthäler vom hohen Gebirgsrücken bis zum Fusse ziehend; Neben- oder Seitenthäler, Vertiefungen zwischen den einzelnen Bergen einer Kette, welche gewöhnlich vom Gebirgskamm bis zum Fusse herabziehen, wo sie in die Hauptthäler einmünden.

Längenthäler ziehen der Hauptkette eines Gebirges parallel, Querthäler brechen quer durchs Gebirge.

Ebenen sind sehr ausgedehnte, grosse, meist niedrig gelegene Flächen. Doch wird der Name Ebenen auch auf solche Landstriche ausgedehnt, welche einen geringen Wechsel der relativen Lage ihrer Theile zeigen.

Man unterscheidet alsdann zwischen Ebenen von geringer absoluter Höhe (bis zu 500 oder 600 Fuss), sogenannten Tiefebenen oder Tiefländern, und solchen von grösserer absoluter Höhe (von 500 bis zu 4000 Fuss), sogenannten Hochebenen, Hochflächen oder Hochländern.

Zweiter Abschnitt.

Petrographie oder Gestein-Lehre.

Die Erdrinde, so weit sie uns bekannt, besteht aus Mineralien, welche bald zu festen Massen, bald zu lockeren, losen Anhäufungen vereinigt sind und auf diese Weise hier Felsen, Berge, ganze Gebirge, dort grosse Ebenen, weite Strecken flachen Landes zusammensetzen. Solche Mineral-Aggregate, die einen wesentlichen Theil der Erdrinde bilden, nennt man Gesteine, auch Fels- oder Gebirgsarten.

In der Geognosie bezeichnet man daher nicht nur eine starre, feste Felsmasse als Gestein, sondern auch eine Ablagerung weichen Thones oder feinen Sandes; ebenso die mehr oder weniger in Mineral-Substanz umgewandelten Reste einer früheren Pflanzen- und Thierwelt, welche — jene als Stein- oder Braunkohlen, diese z. B. als Muschelsandsteine oder Corallenkalke — oft beträchtliche Verbreitung gewinnen.

Eintheilung der Gesteine.

Die Gesteine zerfallen nach ihrer Beschaffenheit in zwei Hauptabtheilungen, nämlich: 1) krystallinische Gesteine; sie bestehen aus krystallinischen Individuen eines oder mehrerer Mineralien. 2) Trümmer-Gesteine aus Bruchstücken eines oder mehrerer Gesteine zusammengesetzt. Bei den krystallinischen Gesteinen sind die einzelnen Individuen unmittelbar mit einander verbunden; bei den Trümmer-Gesteinen werden die einzelnen Gestein-Fragmente durch ein Cäment oder Bindemittel zusammen gehalten.

Von der grossen Anzahl von Mineralien (über 600 Species) welche die Mineralogie kennen lehrt, betheiligt sich nur ein kleiner Theil an der Zusammensetzung der Erdrinde. Dies geschieht, indem entweder ein Mineral allein — z. B. kohlensaurer Kalk — eine solche Verbreitung besitzt, dass es als Gebirgsart betrachtet werden muss; oder, und ungleich häufiger, erscheinen zwei, drei oder mehrere Mineralien

mit einander gemengt, Gesteine bildend. Man unterscheidet demnach: einfache oder gleichartige und gemengte oder ungleichartige krystallinische Gesteine.

Während die Erkennung und Bestimmung der aus einem Mineral bestehenden Gesteine in der Regel nicht schwierig, ist dies oft der Fall bei den aus mehreren zusammengesetzten. Eine gedrängte Uebersicht derjenigen Mineralien, welche zu Felsarten verbunden vorkommen, dürfte daher als Vorbereitung der Betrachtung der Gesteine selbst voraus zu schicken sein.

Die Zahl dieser Mineralien ist, im Vergleich zu der grossen Mannichfaltigkeit der Gesteine welche sie zusammensetzen, eine geringe. Ausser dem Quarz sind es vorzugsweise Silicate, die durch ihr Zusammenauftreten die verschiedensten Gesteine bilden. Weil gewisse dieser Mineralien meist miteinander vorzukommen pflegen, andere aber zu meiden scheinen, hat man früher die sogenannten petrographischen Gesetze aufgestellt, d. h. gewisse, auf bisherige Erfahrungen gestützte Regeln, nach welchen in Gesteinen manche Mineralien nicht zusammen sich finden, weil die Anwesenheit gewisser Mineralien gleichsam die Abwesenheit anderer bedinge. Die Fortschritte der Wissenschaft, insbesondere die Mikroskopie, haben diese petrographischen Gesetze sehr beschränkt.

In der nachfolgenden Uebersicht derjenigen Mineralien, welche zusammen Gesteine bilden, mögen auch einige Andeutungen über die petrographischen Gesetze Platz finden. Steht auch letzteren, wie bemerkt, nicht mehr die grosse Bedeutung zu welche man ihnen früher zuschrieb, so bieten sie dennoch bei der Bestimmung der krystallinischen Gesteine einige Anhaltspunkte.

Die Mineralien, welche sich an der Zusammensetzung gemengter krystallinischer Gesteine betheiligen, sind hauptsächlich: Quarz; die Feldspathe; die Glimmer; die Hornblende- und Augit-Gruppe; Hypersthen und Enstatit; Nephelin und Leucit; Nosean und Hauyn; Olivin; Granat; Magneteisen und Titaneisen.

Quarz SiO^2.

Krystallisirt findet sich Quarz nur in gewissen Gesteinen, und wenn dies der Fall, meist von pyramidalem Habitus, entweder nur die hexagonale Pyramide P oder diese mit den Prismen-Flächen zeigend: $P . \infty P$. Solche eingewachsene Krystalle sind meist von rauher Oberfläche. Gewöhnlich wird der Quarz in rundlichen oder eckigen Körnern getroffen. Mangel der Spaltbarkeit, splitteriger bis muscheliger Bruch, die Härte = 7, spec. Gew. = 2,6 sind wesentliche Merkmale. Weiss ins Graulichweisse bis Graue; seltener bläulich oder röthlich. Glas- bis Fettglanz. Halb-

durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend. V. d. L. unschmelzbar und nur in Fluorwasserstoffsäure auflöslich.

Der Quarz, welcher für sich als Quarzfels eine Gebirgsart bildet, spielt bei der Zusammensetzung der Gesteine eine sehr wichtige Rolle; so der Gneisse, Glimmerschiefer, Granite, gewisser Porphyre. Viele Trümmergesteine enthalten Quarz, wie z. B. die Sandsteine; er ist in Geröllen und als Sand über ansehnliche Flächenräume verbreitet. — Während der Quarz häufig mit den Glimmern auftritt und eine grosse Hinneigung des Zusammen-Vorkommens mit gewissen Feldspathen, wie Orthoklas und Oligoklas zeigt, scheint er die Gesellschaft anderer, wie Labradorit und Anorthit zu meiden, ebenso die des Leucit und Nosean. Seine Gegenwart kann in manchen Fällen zur Unterscheidung einander ähnlicher Gesteine dienen (Diorit und Diabas; in ersterem ist Quarz öfter, in letzterem wohl sehr selten zu treffen).

Die Feldspath-Gruppe.

Nach der Ansicht von **G. Tschermak**, welche gegenwärtig wohl allgemeine Anerkennung findet, sind sämmtliche Feldspathe nur aus drei Substanzen zusammengesetzt, welche als Adular, Albit und Anorthit mehr oder weniger rein erscheinen.

I. Die klinorhombischen oder Alkalifeldspathe (Orthoklastische).

Die zeither zur Species Orthoklas gestellten Feldspathe sind Verbindungen von zwei verschiedenen, ungleich krystallisirten Mineralien. Nämlich regelmässige Durchwachsungen von Orthoklas mit Lamellen von Albit. Die Beimengung des triklinen Albit ruft an den Formen des klinorhombischen Orthoklas keine wesentliche Aenderung hervor. Die hierher gehörigen, für die Zusammensetzung krystallinischer Gesteine wichtigen Mineralien sind Orthoklas und Sanidin.

Orthoklas = $K^2(Al^2)Si^6O^{16}$.

In einfachen Krystallen von verschiedenem Habitus. Bald rechtwinklig säulenförmig durch Vorherrschen von OP und $\infty \text{P}\!\!\!\!-\infty$, bald sechsseitig säulenförmig durch ∞P und $\infty \text{P}\!\!\!\!-\infty$, oder auch dick tafelartig durch vorwaltendes $\infty \text{P}\!\!\!\!-\infty$. Sehr häufig Karlsbader Zwillinge. Krystallinische Individuen; unregelmässig eckige Körner. Sehr vollkommen rechtwinklig spaltbar nach der Basis und dem Klinopinakoid. Bruch uneben bis splitterig. H. = 6. G. = 2,5—2,6. Weiss, röthlichweiss, fleischroth; seltener grün. Glasglanz, auf der Basis perlmutterartig. V. d. L. schwer schmelzbar. Säuren ohne Wirkung.

Nächst Quarz, in dessen Gesellschaft, so wie der Glimmer, er besonders erscheint, das bei der Zusammensetzung der älteren krystallinischen Gesteine am meisten betheiligte Mineral; so in Gneiss, Granit, Syenit, in Felsitporphyr. Häufig mit Oligoklas, auch

mit Albit zusammen, scheint die Association mit Labradorit und Anorthit zu meiden, ebenso mit Leucit und Nosean. In Gesellschaft von Hornblende, aber wohl selten von Augit.

Sanidin = $K^2(Al^2)Si^6O^{16}$; ein grösserer oder geringerer Theil von K^2 durch Na^2 ersetzt. (Glasiger Feldspath.)

Dünn-tafelartige oder rektangulär säulenförmige Krystalle; Karlsbader Zwillinge. Grob- bis feinkörnige krystallinische Partien. Spaltbarkeit, Härte und Gewicht wie Orthoklas. Graulich- oder gelblichweiss. Vom Orthoklas durch den lebhafteren Glasglanz und das Rissige unterschieden.

In gewissen jüngeren krystallinischen Gesteinen gleichsam den Orthoklas vertretend.

II. Die triklinen oder Kalknatronfeldspathe (Plagioklase).

Die Feldspathe dieser Reihe sind isomorphe Mischungen von Albit und Anorthit-Substanz. Hierher gehören, ausser den beiden genannten, als für die Zusammensetzung krystallinischer Gesteine wichtig:

Albit	mit	10—12 %	Natron	und	0— 2 %	Kalkerde.
Oligoklas	„	8—10 „	„	„	2— 6 „	„
Andesin	„	5— 8 „	„	„	6—10 „	„
Labradorit	„	1— 3 „	„	„	10—13 „	„
Anorthit	„	0— 1 „	„	„	17—20 „	„

Oligoklas, Andesin und Labradorit sind demnach, als aus wechselnden Mengen von Albit- und Anorthit-Substanz zusammengesetzt, eigentlich nicht als selbständige Species aufzufassen, vielmehr als Zwischenglieder der beiden Endglieder Albit und Anorthit. Da indess die Namen eben dieser Zwischenglieder im Nachfolgenden beibehalten, so sei unter Oligoklas eine Mischung von $Alb.^{10} + An^3$, unter Andesin von $Alb.^3 + An.^2$ und unter Labradorit von $Alb.^2 + An.^3$ verstanden.

Albit = $Na^2(Al^2)Si^6O^{16}$.

Undeutliche Zwillings-Krystalle, deren Zwillings-Ebene das Brachypinakoid ist. Weil die Basis zu diesem Flächenpaar schiefwinklig, so müssen die basischen Flächen der Zwillinge ein- und ausspringende Winkel bilden = 172°; weil ferner der Albit viele; mit einander verwachsene, sog. polysynthetische Zwillinge aber stets mit mehr oder weniger undeutlichen Umrissen bildet, so zeigt sich auf der basischen Fläche die für alle triklinen Feldspathe bezeichnende Zwillings-Reifung, d. h. ein System zarter Reifen die parallel der Combinations-Kanten von OP mit $\infty P \breve{\infty}$ gehen. — Spaltbar nach der Basis und dem Brachypinakoid, schiefwinklig; die Spaltungs-Richtungen sich unter Winkeln von 93° und 86° schneidend. Da für die triklinen Feldspathe die Zwillings-Reifung eben so charakteristisch, wie die schiefwinklige (klino- oder plagioklastische) Spaltbarkeit, daher Plagioklase, so gelten obige Bemerkungen auch für die übrigen Feldspathe. H. = 6—6,5. G. = 2,6. Weiss, ins Gelblich- oder Graulichweisse. Glasglanz, auf der Basis perlmutterartig. V. d. L. nicht ganz

so schwer, wie Orthoklas, schmelzbar, die Flamme gelb färbend. Säuren ohne Wirkung.

Der Albit, von dem man früher annahm, dass er nicht als eingewachsener Gemengtheil von Gesteinen vorkomme, findet sich in Graniten neben Orthoklas; so in Mourne und Cornwall, bei Brodbo und Bodenmais. Namentlich aber in den Sericit-Gesteinen des Taunus.

Oligoklas.

Undeutlich ausgebildete Zwillings-Krystalle; auch in krystallinischen Partien. — H. = 6. G. = 2,6. Weiss, ins Gelblich- und Graulichweisse, gelb, grau, grünlich, seltener röthlich. Schwacher Glasglanz, auf den Bruchflächen Fettglanz. V. d. L. weniger schwer schmelzbar wie Orthoklas. In Säure unlöslich.

Der Oligoklas ist fast eben so verbreitet, wie der Orthoklas, aber in seinem Auftreten ungleich vielseitiger, indem er nicht allein zugleich mit diesem in Gneissen, Graniten, Syeniten, manchen Porphyren vorkommt, sondern auch in Dioriten, Diabasen, Melaphyren, Trachyten, also in Gesteinen von sehr verschiedenem Alter. Bald mit Hornblende, bald mit Augit zusammen auftretend. Ist jedenfalls unter den Feldspathen derjenige, welchen man in den verschiedensten Gesteinen und mit verschiedenen Mineralien antrifft.

Andesin.

Krystallinische und sehr feinkörnige Partien. Geringe Spaltbarkeit. H. = 5,5—6. G. = 2,6. Weiss ins Grünlichweisse. Schmilzt weniger schwer wie Albit.

In trachytischen und syenitischen Gesteinen.

Labradorit.

Krystallinische Individuen; schmale Leisten und Körner. H. = 6. G. = 2,6. Graulich ins Grüne, Gelbe, Weisse. Glasglanz, auf den Spaltungsflächen perlmutterartig, auf den Bruchflächen fettartig. Auf dem Brachypinakoid Farbenwandlung. V. d. L. schmelzbar. Gepulvert in concentrirter Salzsäure auflöslich.

Findet sich namentlich in Gesellschaft von Augit oder Hypersthen in verschiedenen Gesteinen, sehr selten in solchen die Orthoklas oder Quarz als Bestandtheil enthalten. Neuerdings hat **G. vom Rath** in einem Porphyrit aus dem Tannbergsthal bei Schöneck im sächischen Voigtlande Labradorit mit Quarz und Orthoklas zusammen nachgewiesen. „Unter den vermeintlichen Gesetzen — bemerkt **vom Rath** — dass sie die Association der Mineralien in den Felsarten beherrschen, war das gegenseitige Sichausschliessen des Feldspathes und Labradorits eines derjenigen, welche am längsten ihre Geltung behauptet haben.“

Anorthit = $Ca^2(Al^2)Si^4O^{16}$.

Krystallinische Individuen. H. = 6. G. = 2,6. Weiss ins Graue. Glasglanz, auf den Spaltungsflächen perlmutterartig. V. d. L. schwerer schmelzbar wie Labradorit, in concentrirter Salzsäure aber leichter wie dieser löslich.

Nicht so selten, wie man früher annahm; in dioritischen Gesteinen, in manchen Laven. Erscheint in Gesellschaft von Hornblende oder Augit.

Die Plagioklase sind von den Orthoklasen durch ihre Zwillingsreifung und Spaltungs-Verhältnisse zu erkennen; chemisch dadurch, dass sie mit Flusssäure aufgeschlossen, im Spectralapparate die Natrium- und Calcium-Linien zeigen. Hingegen sind die Plagioklase meist sehr schwer zu unterscheiden. Anhaltspunkte bieten das Verhalten vor dem Löthrohr (Labradorit schmilzt am leichtesten) und gegen Säure (Anorthit ist am leichtesten löslich).

Saussurit $\overset{II}{R}{}^3(Al^2)^2Si^5O^{19}$ $\overset{II}{R} = Ca,(Na^2,Mg)$.

Als Anhang zu der Feldspath-Gruppe sei hier noch der Saussurit aufgeführt. Er bildet dichte Aggregate, deren krystallinische, feinkörnige Textur gewöhnlich erst unter der Lupe bemerkbar. Bruch uneben bis splitterig. Sehr zäh und schwer zerbrechbar. H. = 5,5—6. G. = 3,2. Trübe Farben: graulich- oder grünlichweiss. Dünne Splitter schwer schmelzbar. Säuren ohne Wirkung.

Bildet einen Gemengtheil gewisser Gabbro-Gesteine.

Glimmer-Gruppe.

Muscovit (Kaliglimmer) $K^2(Al^2)Si^2O^8$.

Rhombische oder sechsseitige Tafeln; krystallinische Blätter, blätterige und schuppige Aggregate. Sehr vollkommen basisch spaltbar. H. = 2,5—3. G. = 2,8—3,1. Weiss ins Graue, Gelbe, gelblichbraun und grünlich. Auf den Spaltungs-Flächen metallartigen Perlmutterglanz. Dünne Blättchen stets durchsichtig. Biegsam. — V. d. L. bald leichter, bald schwerer schmelzbar. In Säure unlöslich.

Gehört zu den besonders verbreiteten, für die Zusammensetzung der Erdrinde wichtigen Mineralien; bildet einen Gemengtheil des Glimmerschiefers, Gneisses, Granites, vieler Thonschiefer. Findet sich namentlich in Gesellschaft von Quarz, Orthoklas, Oligoklas, aber nicht mehr in jüngeren krystallinischen Gesteinen. Hingegen ist Kaliglimmer in Sandsteinen (Trümmergesteinen) von sehr verschiedenem Alter zu Hause. — Die Art und Weise der Vertheilung der Glimmer-Blättchen ist von wesentlichem Einfluss auf die Structur der Gesteine.

Lepidolith (Lithionglimmer). $\overset{I}{R}{}^2(Al^2)Si^3O^{16}$ $\overset{I}{R}{}^2 = K,Na,Li,(H)$.

Krystallinische Blättchen und Schuppen. In seinen physikalischen Eigenschaften mit Muscovit übereinstimmend, nur dass er zuweilen ausser weisser oder grauer eine schön pfirsichblüthenrothe Farbe zeigt. V. d. L. leicht schmelzbar, die Flamme purpurroth färbend.

Vertritt zuweilen die Stelle des Muscovit in granitischen Gesteinen, ist mit diesem (wenn er nicht die rothen, von Mangan-Beimengung herrührenden Farben zeigt) leicht zu verwechseln, aber stets durch sein Löthrohr-Verhalten zu erkennen.

Biotit (Magnesiaglimmer). $\begin{cases} m\overset{II}{R^2}SiO^4 \\ n(\overset{VI}{R^2})Si^3O^{12} \end{cases}$ $\overset{II}{R} = Mg, Fe, K^2, Na^2, H^2.$ $\overset{VI}{R} = (Al^2), (Fe^2).$

Hexagonale Tafeln; krystallinische Blätter, blätterige und schuppige Aggregate. Spaltbar sehr vollkommen basisch. H. = 2—2,5. G. = 2,7—2,9. Schwarz, braun, grün; im Allgemeinen dunkle Farben. Metallartiger Perlmutterglanz auf den Spaltungs-Flächen. Nur dünne Blättchen durchsichtig. V. d. L. schwerer schmelzbar wie Muscovit; in concentrirter Schwefelsäure löslich.

Der Biotit betheiligt sich an der Zusammensetzung der nämlichen Gesteine, wie der Muscovit, also Gneisse, Granite, Glimmerschiefer. Oft treten beide Glimmer zusammen auf. Während aber der Muscovit in jüngeren krystallinischen Gesteinen nicht mehr angetroffen wird, erscheint in solchen, wie in Trachyten, Basalten der Biotit.

Talkglimmer nennt **Albr. Müller** einen dem Talk ähnlichen Glimmer. Er ist feinschuppig, zuweilen zu grösseren Flasern gruppirt, ist viel härter wie Talk und enthält nur wenig Magnesia. Dies Mineral bildet einen Bestandtheil mancher in den Schweizer Alpen vorkommenden und als Talkschiefer und Talkgranit aufgeführten Gesteine. Dahin gehört auch der von **Simler** beschriebene Helvetan, ein graulicher oder grünlicher Glimmer, der nur 2% Magnesia enthält und häufig in den Schweizer Alpen an der Zusammensetzung gneissartiger Gesteine (Tödikette) sich betheiligt.

Hornblende - Gruppe.

Hornblende (Amphibol). $\begin{cases} n\overset{II}{R}SiO^3 \\ (\overset{VI}{R^2})O^3 \end{cases}$ $\overset{II}{R} = Mg, Ca, Fe, Mn$ $(\overset{VI}{R^2}) = (Al^2), (Fe^2).$

Klinorhombisch. Lang- oder kurzsäulige Krystalle der Combination: $\infty P . \infty P \infty . 0P . P$; auch nadelförmige, blätterige und körnige Partien. Sehr vollkommen spaltbar prismatisch = 124° 30′. H. = 5 — 6. G. = 2,9—3,4. Schwarz, ins Grünlich- oder Bräunlichschwarze. Lebhafter Glasglanz auf den Spaltungs-Flächen. V. d. L. zu schwach magnetischem Glase. Säuren von geringer Wirkung.

Die Hornblende, welche für sich eine Gebirgsart bildet, kommt in den verschiedensten Gesteinen mit den verschiedensten Mineralien vor: mit sämmtlichen Feldspathen und zwar häufig mit Orthoklas, Sanidin und Orthoklas, seltener mit Labradorit und Anorthit, auch mit den Glimmern, öfter aber mit Biotit wie mit Muscovit.

Smaragdit.

Unter diesem Namen ist eigentlich eine regelmässige Verwachsung von Hornblende und Augit nach dem Orthopinakoid zu verstehen. In neuerer Zeit wird das Wort Smaragdit auch auf die grasgrünen Abänderungen der Hornblende angewendet.

Gemengtheil im Eklogit und in gewissen Gabbros.

Augit-Gruppe. $\begin{cases} n\overset{II}{R}SiO^3 \\ (\overset{VI}{R^2})O^3. \end{cases}$

Diopsid.

Krystallinische Körner. Lauch- bis smaragdgrün. V. d. L. leicht schmelzbar.

Im Olivinfels einen Gemengtheil bildend.

Augit (Pyroxen).

Klinorhombisch. Gewöhnliche Combination der in Gesteinen eingewachsenen Krystalle: $\infty P . \infty \bar{P} \infty . \infty \breve{P} \infty . P$, aber in sehr verschiedenen Typen je nach dem Vorwalten gewisser Flächen. Krystallinische Individuen und Körner. Spaltbar prismatisch = 87°, doch selten vollkommen. Bruch muschelig. H. = 5—6. G. = 3,2—3,5. Pech- bis sammtschwarz, schwärzlichgrün. Undurchsichtig. Glas- bis Fettglanz. V. d. L. mehr oder weniger schmelzbar. Säuren von geringer Wirkung.

Der Augit ist besonders in den jüngeren krystallinischen Gesteinen verbreitet, in den Basaltgesteinen; in den Diabasen und Melaphyren, Augitporphyren. Unter den feldspathigen Mineralien namentlich mit Labradorit und Oligoklas zusammen, so wie mit Leucit und Nephelin. Nur selten in Gesellschaft von Quarz, von Orthoklas und Muscovit.

Omphacit.

Stengelige oder körnige Partien. Spaltbar wie Augit, prismatisch = 87°. Lauch- bis grasgrün.

Im Eklogit.

Diallagit.

Undeutliche, tafelförmige Krystalle ein längliches Sechseck darstellend, entsprechend dem Orthopinakoid der Augit-Krystalle. Einzelne Individuen Zollgrösse erreichend. Spaltbar sehr vollkommen nach dem Orthopinakoid; sehr unvollkommen rechtwinklig darauf. H. = 4—4,5. G. = 3. Grau, graulichgrün oder grünlichgrau, braun bis schwärzlichbraun. Auf der Hauptspaltungs-Fläche Perlmutterglanz, der metallartig, schimmernd von eingewachsenen mikroskopischen Kryställchen herrührt. Schmilzt v. d. L. bald leichter, bald etwas schwieriger. Säuren greifen ihn wenig an.

Findet sich namentlich als Gemengtheil der Gabbros.

Die beiden häufigsten Repräsentanten der Amphibol- und Pyroxen-Gruppe, Hornblende und Augit, sind wenn sie in sehr kleinen Individuen auftreten, schwer zu unterscheiden. Sehr langgestreckte bis nadelförmige Individuen gehören wohl meist der Hornblende an. Unter der Lupe lässt sich oft die vollkommenere Spaltbarkeit der Hornblende und deren Winkel erkennen.

Enstatit (Bronzit). $MgSiO^3$.

Rhombisch. Undeutliche Krystalle, krystallinische Individuen. Spaltbar nach 87° und 93°, auch rechtwinklige nach dem Brachy- und Makro-

pinakoid spaltbare Individuen. Die Spaltungs-Flächen oft eigenthümlich faserig. H. = 5,5. G. = 3,3. Graulich- oder gelblichgrün ins Bräunliche, auf den Spaltungs-Flächen Perlmutterglanz. V. d. L. fast unschmelzbar. In Säure unlöslich.

In Olivin-Gesteinen und in manchen Gabbros.

Hypersthen. $RSiO^3$ $R = Mg, Fe$.

Rhombisch; $\infty P = 93^0$ und 87^0. Krystallinische Individuen. Sehr vollkommen spaltbar nach dem Brachypinakoid, weniger prismatisch. H. = 6. G. = 3,3. Schwarz, ins Graulich- oder Braunlichschwarze, auch grünlichschwarz. Auf der Hauptspaltungs-Fläche metallartiger Perlmutterglanz. V. d. L. meist schwierig schmelzbar. In Säure wenig löslich.

Bildet mit Labradorit den Hypersthenfels.

Nephelin. $(Na, K^2)(Al^2)Si^2O^8$.

Hexagonal. Tafelförmige und prismatische Krystalle, die in den Gesteinen eingewachsenen Nepheline zeigen bald sechseckige Durchschnitte (Basis), bald rektanguläre oder quadratische (Prismen-Flächen). Die grösseren Krystalle oft mit rauher Oberfläche. Auch körnige Partien. Spaltbar unvollkommen basisch und prismatisch. H. = 5,5—6. G. = 2,5 bis 2,7. Weiss, ins Graulich- und Gelblichweisse; grau. Glasglanz auf den Krystall-Flächen, auf den muscheligen Bruchflächen starker Fettglanz. V. d. L. schwer schmelzbar. In Salzsäure völlig löslich unter Abscheidung von Kieselgallert.

Der Nephelin, welchen man früher nur als Gemengtheil gewisser basaltischer Gesteine (Nephelinite) und Laven kannte, ist durch **Zirkels** denkwürdige Untersuchungen als ein mikroskopischer Gemengtheil vieler Gesteine nachgewiesen worden, nämlich ausser in basaltischen, in Phonolithen, in trachytischen und andesitischen Gesteinen. **Zirkel** hebt mit Recht die beachtenswerthe Thatsache hervor: dass der Nephelin, dessen mikroskopische Krystalle an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen, abweichend von den meisten anderen Gesteins-Gemengtheilen innerhalb der Felsarten im Vergleich zu seiner Verbreitung so sehr selten in deutlich ausgebildeten grösseren Krystallen, fast stets nur in solchen winzigen weder mit blossem Auge noch mit der Lupe in den Handstücken oder Dünnschliffen erkennbaren Individuen ausgebildet ist. — Für die, den Nephelin als Bestandtheil enthaltenden Gesteine ist das Gelatiniren mit Salzsäure bezeichnend.

Eläolith. Diese derbe Abänderung des Nephelin ist grünlich- bis blaulichgrau, ins Röthliche. Starker Fettglanz. Schmilzt leicht.

Ist gleichsam der Vertreter des Nephelin in älteren krystallinischen Gesteinen, wie z. B. Miascit.

Leucit. $K^2(Al^2)Si^4O^{12}$.

Regulär $_2O_2$, die stets eingewachsenen Krystalle bis zu mikroskopischer Kleinheit; auch in krystallinischen Körnern. Muscheliger Bruch. H. = 5,5 bis 6. G. = 2,4—2,5. Graulich- oder gelblichweiss, ins Graue. Glas-,

auf den Bruchflächen Fettglanz. V. d. L. unschmelzbar. Wird von Salzsäure zersetzt.

Der Leucit, welchen man früher nur in Laven und den sog. Leucitophyren kannte, findet sich nach den neueren Forschungen auch in gewissen Phonolithen und als mikroskopischer Bestandtheil gewisser Basalt-Gesteine. — In seiner Gesellschaft findet sich von den Feldspathen besonders Sanidin; ferner Augit. Wohl nie mit Quarz.

N o s e a n. $\left\{\begin{matrix} mNa^2(Al^2)Si^2O^8 \\ nNaCl \\ Na^2SO^4 \end{matrix}\right\}$

Regulär. ∞ O die gewöhnliche Form. Krystallinische Körner. Muscheliger Bruch. H. = 5,5. G. = 2,5 — 2,7. Gelblichgrau bis aschgrau. Zwischen Fett- und Glasglanz. V. d. L. schwer schmelzbar. Wird von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von Kieselgallert.

Nachdem man schon vor mehreren Jahren den Nosean als Gemengtheil der desshalb Nosean-Phonolithe genannten Gesteine erkannte, ist nun durch **Zirkel** seine grosse Verbreitung als mikroskopischer Bestandtheil der Phonolithe überhaupt constatirt.

H a u y n. $\left\{\begin{matrix} \overset{I}{R}{}^2(Al^2)Si^2O^8 \\ \overset{II}{R}{}^2SO^4 \end{matrix}\right.$ $\overset{I}{R} = Ka, Na$ für $\overset{I}{R}{}^2$ z. Th. $\overset{II}{R} = Ca, (Na^2, K^2)$.

Regulär. ∞O. Krystalle sehr klein und verzerrt; krystallinische Körner. H. = 5—5,5. G. = 2,4—2,8. Lasur- bis himmelblau, auch graulichblau. Zwischen Glas- und Fettglanz. V. d. L. und gegen Säure wie Nosean.

Früher aus gewissen Laven von Niedermendig und von Melfi bekannt, jetzt ebenfalls als mikroskopischer Bestandtheil basaltischer Gesteine nachgewiesen.

O l i v i n (C h r y s o l i t h). $(Mg, Fe)^2SiO^4$.

Rhombisch. $\infty P = 130^0$. Krystalle klein und selten deutlich. Krystallinische Körner, körnige Aggregate. Spaltbar nach dem Brachypinakoid, muscheliger Bruch. H. = 6,5 — 7. G. 3,3—3,5. Oliven- bis pistaciengrün. Starker Glasglanz. Durchscheinend. Bald schwerer, bald leichter schmelzbar. Wird von Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallert zersetzt.

Der Olivin bietet das Beispiel eines Minerals, welches man früher hauptsächlich nur als sog. accessorischen Bestandtheil gewisser Gesteine kannte, dessen Verbreitung nun in sehr verschiedenen Gebirgsarten nach und nach erkannt wurde. Denn ausserdem dass Olivin den vorwaltenden oder alleinigen Bestandtheil jener Gesteine ausmacht, die man zuerst am See Lherz in den Pyrenäen erkannte (sog. Lherzolith) und später an mehreren Orten nachwies, bildet das Mineral noch einen wesentlichen Bestandtheil der Basalte und mancher Gabbros.

G r a n a t. $\overset{II}{R}{}^3(\overset{VI}{R^2})Si^3O^{12}$ $\overset{II}{R} = Ca, Fe, Mg, Mn$ $(\overset{VI}{R^2}) = (Al^2), (Fe^2)$.

Regulär. ∞O, $2O_2$ und $\infty O . 2O_2$. Körner und körnige Aggregate.

Spaltbar dodekaedrisch. H. = 6,5 — 7,5. G. = 3,5 — 4,3. Roth, rothbraun, braun, schwarz. Glas- bis Fettglanz. Bald leichter, bald schwieriger schmelzbar.

Rother Granat tritt als Gemengtheil von Eklogit und von Granulit, schwarzer (Melanit) als Bestandtheil gewisser vulkanischer Gesteine auf. Ausserdem spielt Granat als sog. accessorischer Gemengtheil in vielen Gesteinen eine mannichfaltige Rolle.

Talk. $H^2Mg^3Si^4O^{12}$.

Sechsseitige Tafeln; in Blättern und Schuppen; blätterige und schuppige Aggregate. Spaltbar basisch. Splitteriger Bruch. H. = 1. G. = 2,6—2,8. Weiss, ins Graue, Grüne; apfel- bis lauchgrün. Auf den Spaltungsflächen Perlmutter-, sonst Fettglanz. Fühlt sich fettig an. V. d. L. unschmelzbar, in Säure unlöslich.

Talk bildet für sich eine Felsart und erscheint als Stellvertreter des Glimmers in einigen Gesteinen. Jedoch ist nicht alles was als Talk in gewissen Gesteinen aufgeführt wird wirklicher Talk, sondern der oben erwähnte Talkglimmer.

Chlorit. $\begin{cases} 5\,H^2Mg^5Si^3O^{12} \\ 6\,H^6(Al^2)O^6. \end{cases}$

Hexagonal. In Blättchen und Schuppen, blätterigen, schuppigen und feinerdigen Aggregaten. Spaltbar vollkommen basisch. H. = 1—1,5. G. = 2,7—2,9. Lauchgrün, ins Schwärzlich- und Braunlichgrüne. Auf den Spaltungs-Flächen Perlmutter-, sonst Glasglanz. Strich grün oder grünlichgrau. V. d. L. schwer schmelzbar. In Schwefelsäure zersetzbar.

Der Chlorit, welcher selbständig als Felsart auftritt, ersetzt in manchen Gesteinen den Glimmer, in anderen erscheint er als sehr fein vertheilter, staubartiger Gemengtheil, die Färbung bedingend.

Magneteisen. $Fe,(Fe^2)O^4$.

Regulär. Nur selten in mikroskopischen Oktaëdern, gewöhnlich in Körnchen. H. = 5,5 — 6,5. G. = 4,9 — 5,3. Eisenschwarz. Metallglanz. Schwarzer Strich. Stark magnetisch. V. d. L. schwer schmelzbar. Gepulvert in Säure löslich.

Das Magneteisen, welches für sich eine Felsart bildet, findet sich als fein vertheilter, meist mikroskopischer Bestandtheil in manchen Gesteinen, wie in den Basalten; aus solchen kann es mit dem Magnetstab ausgezogen werden, nachdem man vorher die Masse gepulvert hat.

Titaneisenerz. $1\,FeTiO^3 + x(Fe^2)O^3$.

Hexagonal. Zuweilen in mikroskopischen, durch OR tafelartigen Krystallen. Krystallinische Körnchen. Unvollkommen spaltbar basisch. H. = 5,5—6,0. G. = 4,6—5. Eisenschwarz. Schwarzer Strich. V. d. L. unschmelzbar. Schwer löslich.

Findet sich, gleich dem Magneteisen, als fein vertheilter Bestandtheil einiger Gesteine.

Eisenglimmer. $(Fe^2)O^3$.

Hexagonal. Dünne Blättchen und Schuppen. Wenig spaltbar nach der Basis. H. = 5,5—6,5. G. = 5,1—5,2. Eisenschwarz. Strich roth. V. d. L. unschmelzbar. In Säure schwer löslich.

Bildet mit Quarz den Eisenglimmerschiefer: zuweilen als Stellvertreter des Glimmers in Granit; in einigen basaltischen Gesteinen als mikroskopischer Bestandtheil.

Die im Vorhergehenden aufgeführten Mineralien sind die häufigeren, welche sich an der Zusammensetzung ungleichartiger oder gemengter krystallinischer Gesteine betheiligen.

Wesentliche Gemengtheile nennt man die für die Zusammensetzung eines bestimmten gemengten Gesteins nothwendigen oder erforderlichen.

So bilden z. B. Orthoklas und Hornblende die wesentlichen Gemengtheile des Syenits, Quarz und Glimmer die des Glimmerschiefers.

Stellvertretende oder vicarirende Gemengtheile heissen diejenigen, welche in einem ungleichartigen Gestein einen der wesentlichen Gemengtheile ersetzen, manchmal auf gewisse Strecken hin vertreten.

In der Regel steht diesem das Mineral, welches an seine Stelle tritt, in seinen chemischen oder physikalischen Eigenschaften mehr oder weniger nahe. So übernimmt z. B. im Granit, welcher aus Orthoklas, Quarz und Glimmer besteht, Oligoklas die Rolle des Orthoklas, ohne dass das Gestein aufhört, Granit zu sein. Oder der vicarirende Gemengtheil ist von dem wesentlichen mehr oder weniger verschieden. So erscheinen z. B. im Granit anstatt des Glimmers zuweilen Chlorit, Talk, Graphit oder Eisenglimmer, ohne dass hierdurch besondere Gestein-Species entstehen, sondern nur Gesteins-Abänderungen.

Accessorische Gemengtheile nennt man diejenigen Mineralien, welche in Gesteinen, ohne eigentlich zu ihrer Zusammensetzung erforderlich zu sein, noch hinzu kommen; sie heissen daher auch unwesentliche, eben weil sie nicht zum Wesen des Gesteins gehören.

Fast in jedem krystallinischen Gestein trifft man in den verschiedensten Gegenden seines Vorkommens bestimmte Mineralien als accessorische Gemengtheile, daher ihre Gegenwart für jenes bezeichnend oder charakteristisch wird. So ist der Chondrodit im körnigen Kalke, der Boracit im Gyps fast ausschliesslich zu Hause.

Die accessorischen Gemengtheile finden sich in den einfachen und gemengten krystallinischen Gesteinen sehr oft in vollständig ausgebildeten Krystallen eingewachsen; ferner in vereinzelten krystallinischen Individuen, in Körnern, Stengeln, Blättern u. s. w. Die Zahl der Mineralien, welche als accessorische Gemengtheile auftreten, ist eine sehr bedeutende und sowohl die Kenntniss der häufigeren unter ihnen als auch die Art des Vorkommens von grossem Interesse. Während einige Mineralien vorzugsweise nur im nämlichen Gestein getroffen werden, wie z. B. Chromeisenerz in Serpentin, erscheinen noch andere in verschiedenen Gesteinen, jedoch mit gewissen Eigenthümlichkeiten, namentlich in Bezug auf die Krystallform. Der Granat zeigt in den sog. krystallinischen Schiefergesteinen meist das Rhombendodekaeder, in den Grani-

ten das Ikositetraeder, in gewissen vulkanischen Gesteinen das Dodekaeder mit Ikositetraeder. Vom Magneteisen findet sich in Chlorit- und Talkschiefern gewöhnlich das Oktaeder, in einigen vulkanischen Gesteinen das Oktaeder mit Dodekaeder. Der Zirkon besitzt — wie **Blum** schon früher nachgewiesen — sehr verschiedenen Krystall-Typus, je nach der Natur der umschliessenden Gesteine. So sind die schönsten und grössten Zirkone aus dem Miascit des Ural von pyramidalem Habitus in der Combination: P. 3 P. ∞ P. ∞ P∞, während die stets viel kleineren Krystalle des Minerals aus dem Zirkon-Syenit schmale, langsäulige der Comb. ∞ P. P. 3 P 3, endlich die sog. Hyacinthe der Basalt-Gesteine ebenfalls säulenförmig aber: ∞ P∞ . ∞ P . P zeigen. — Auch in chemischer Beziehung lassen manche accessorische Gemengtheile eine Abhängigkeit von der Natur der sie umschliessenden Gesteine wahrnehmen. Die in den körnigen Kalken vorkommenden Granate sind entweder Kalkthon- oder Kalkeisen-Granate; die in den Serpentinen Magnesiathon-Granate, die in den krystallinischen Schiefergesteinen und Graniten Eisenthon- oder Manganthon-Granate, letztere besonders in Graniten. — Die eigenthümliche Beschaffenheit einzelner accessorischer Gemengtheile verdient noch Erwähnung. Die Krystalle einiger zeigen abgerundete Ecken und Kanten, sehen wie angeschmolzen aus; so z. B. die Apatite und Hornblenden in körnigem Kalk. Andere lassen Krystalle mit zerfressenen Flächen wahrnehmen; so z. B. Wernerite in körnigem Kalk von Bolton in Massachusetts und blauer Spinell im körnigen Kalk von Aker. Endlich trifft man die Krystalle einiger accessorischen Gemengtheile zerbrochen und wieder verkittet in der Gesteinsmasse liegend. Der Turmalin zeigt diese Erscheinung in Graniten verschiedener Gegenden, auch der Epidot.

Endlich verdient auch das Vorkommen der accessorischen Gemengtheile in geologischer Beziehung besondere Beachtung. Einige erscheinen nämlich reichlicher an den Gebirgs-Rändern. **L. v. Buch** gedenkt dieser Thatsache schon in Beziehung auf den Turmalin in Graniten. Andere accessorische Gemengtheile trifft man zumal in unter bestimmten Verhältnissen auftretenden krystallinischen Gesteinen: nämlich auf Gesteins-Gängen. Die Granit-Gänge verschiedener Gegenden sind desshalb bekannt. Noch andere accessorische Gemengtheile zeigen sich in einigen Gesteinen besonders da, wo diese an andere Gebirgsarten grenzen; so z. B. die Chiastolithe in den Thonschiefern in der Nähe der Granit-Gebiete.

Accessorische Bestandmassen. Während die accessorischen Gemengtheile, wie bemerkt, sich in vereinzelten Krystallen oder krystallinischen Individuen einstellen, kommen auch Aggregate von Mineralien vor, welche ebenfalls von der sie umschliessenden Gesteinsmasse ihrer Natur nach verschieden sind. Sie werden accessorische Bestandmassen genannt und als Concretionen und Secretionen unterschieden.

Concretionen sind Aggregate, die sich durch Zusammenziehung im Gestein von Innen nach Aussen gebildet haben. Sie sind von diesem gewöhnlich scharf geschieden, lassen sich herauslösen oder fallen durch Verwitterung heraus. Man unterscheidet Mineral- und Gesteins-Concretionen.

Mineral-Concretionen bestehen nur aus einer und derselben Mineralspecies. 1) Krystall-Concretionen oder freie Krystall-Gruppen, die freien Enden der

angehäuften Krystalle immer nach Aussen gekehrt. Beispiele: Kupferlasur im Thon des Buntsandsteins bei Chessy unfern Lyon. Pyrit in Mergel bei Vlotho und Minden in Westphalen. Markasit in Mergel bei Teplitz, in Thon bei Dover, Littmitz in Böhmen. Gypsspath in Thon bei Bonn, Luschitz in Böhmen, Kandern in Baden. Besonders interessant sind die mit Quarzsand übermengten Kalkspath-Rhomboeder, die sog. krystallisirten Sandsteine: in tertiärem Sande bei Fontainebleau; bei Dürkheim in Rheinbayern; bei Sievering unfern Wien; bei Mährisch-Ostrau; in Kohlensandstein bei Brilon in Westphalen. — 2) Krystallinische Concretionen. Strahlbaryt in Mergel am Monte Paterno bei Bologna und bei Amberg. Faserbaryt in Thon am Battenberg bei Grünstadt in Rheinbayern. — 3) Amorphe Concretionen, aus amorpher oder kryptokrystallinischer Mineralsubstanz bestehend. Hornstein-Knollen in Kalkstein; Jaspis in Kalkstein; Feuerstein in Kreide; Menilith in Klebschiefer. — Gesteins-Concretionen, aus Gesteinsmasse bestehend. Von ihnen soll bei späterer Gelegenheit die Rede sein.

Secretionen bildeten sich, umgekehrt wie die Concretionen, von Aussen nach Innen, aber in vorher vorhandenen Hohlräumen. In diese wurden Stoffe, entweder aus der Gesteinsmasse stammend, ausgeschieden, oder von Aussen herbeigeführt, infiltrirt. In beiden Fällen lagerte sich die Secretion nach und nach auf den Wandungen des Hohlraums ab.

Die Gestalt der Secretionen ist von der des hohlen Raumes, welchen sie ausfüllen, abhängig; es sind bald rundliche, birn- oder mandelförmige, bald feine Platten. Die rundlichen Hohlräume werden auch, da sie Gasen ihre Entstehung verdanken, Blasenräume genannt und die sie ausfüllenden Mineralien wegen ihrer Gestalt Mandeln. Grösse und Zusammensetzung derselben verschieden. Von dem Umfang einer wirklichen Mandel bis zu Fusslänge, sog. Geoden. Bald bestehen die Mandeln nur aus einem Mineral, bald aus mehreren. Sie enthalten oft im Innern einen Hohlraum, weil sie nicht vollständig mit Mineralien erfüllt wurden und zeigen dann meist gegen die Mitte des Hohlraums gekehrte Krystallspitzen. Die Abänderungen des Quarz, Kalkspath, Braunspath und Zeolithe bilden hauptsächlich Mandeln. Letztere sind oft mit einem feinen Ueberzug von Grünerde, Delessit oder Eisenoxydhydrat bedeckt. — Plattenförmige Secretionen entstehen durch Ausfüllung feiner Spalten und Risse. Solche Secretions-Formen werden auch Adern oder Trümer genannt. Sie bestehen bald aus demselben Mineral wie das sie umschliessende Gestein, bald aus einem anderen. Beispiele für den ersten Fall bieten die weissen Kalkspath-Adern in vielen Kalksteinen, die weissen Quarz-Streifen im Kieselschiefer, die Chrysotil-Trümmer in Serpentin; für den zweiten die Türkis-Adern im Kieselschiefer.

Structur der krystallinischen Gesteine.

Die Art und Weise, in welcher Mineral-Aggregate zu Gesteinen verbunden sind, heisst deren Structur (Textur, Gefüge). Sie ist abhängig von der Gestalt, Grösse, gegenseitigen Lage und Vertheilung der Individuen, sowie von der mehr oder weniger innigen Verbindung derselben.

Die wichtigsten Arten der Structur sind folgende.

1) Körnige Structur.

Das Gestein besteht entweder nur aus krystallinischen Körnern oder aus regellos mit einander verbundenen Körnern und Blättchen. Je nach der Grösse der Individuen pflegt man fein- und kleinkörnige, grob- und grosskörnige Structur zu unterscheiden.

Die körnige Structur, eine der häufigsten, findet sich sowohl bei gleichartigen als bei gemengten Gesteinen. Bei jenen kann der körnige Kalk, bei diesen der Granit als Repräsentant gelten.

2) Schieferige Structur.

Die krystallinischen Individuen zeigen sich nach einer bestimmten Richtung verbunden, aneinander gefügt. Nach eben dieser Richtung lässt sich das Gestein mehr oder weniger vollkommen spalten. Es sind hauptsächlich tafelartige Individuen, durch deren Auftreten die Schiefer-Structur bedingt wird. Je dünner solche Blättchen, je paralleler ihre Anordnung, um so ausgesprochener die Schiefer-Structur.

Dieselbe findet sich bei gleichartigen Gesteinen; dann sind es nur blätterige Individuen: Talkschiefer, Chloritschiefer. Oder bei ungleichartigen Gesteinen, dann wechseln die Gemengtheile lagenweise mit einander ab, wie Quarz und Glimmer im Glimmerschiefer.

3) Dichte Structur.

Die krystallinischen Individuen sind so klein, dass sie mit freiem Auge, oft mit der Lupe nicht mehr zu erkennen sind, so dass man nicht zu unterscheiden vermag, ob das Gestein ein einfaches oder gemengtes.

Weil solche Gesteine aus mikroskopischen, fest mit einander verwachsenen Körnchen bestehen, kann man die dichte Structur auch als eine im *höchsten Grade feinkörnige* betrachten. Sie findet sich sowohl bei einfachen Gesteinen, z. B. dichter Kalkstein, als bei gemengten. Da letztere aber dann wie einfache aussehen, nennt man sie auch *scheinbar gleichartige*.

4) Porphyr-Structur.

Eine dichte oder sehr feinkörnige Gesteinsmasse, sog. *Grundmasse*, umschliesst Krystalle, Körner oder Blättchen eines Minerals oder mehrerer, die man *Einsprenglinge* nennt. Die Grundmasse ist meist kein einfaches Gestein, sondern ein Gemenge verschiedener Mineralien, und zwar manchmal eben derjenigen, die als Einsprenglinge in ihr auftreten. Es bieten also im Allgemeinen die Porphyr-Gesteine den Gegensatz einer Grundmasse von nicht mehr erkennbaren Elementen gegenüber den deutlich erkennbaren Individuen in ihr.

Die porphyrischen Gesteine werden in der Regel nach den Einsprenglingen benannt und unterschieden; so z. B. Augitporphyr, Quarzporphyr. Oder man benennt sie nach der Zusammensetzung der Grundmasse: Felsitporphyre.

Von der Porphyr-Structur pflegt man noch die porphyrartige Structur zu unterscheiden.

Die porphyrartige Structur kommt zunächst bei gleichartigen Gesteinen in gedoppelter Weise vor. Einmal indem in der Gesteinsmasse Krystalle des nämlichen Minerals liegen, aus welchem das Gestein selbst besteht; z. B. Gypsspath-Krystalle in feinkörnigem Gyps; Anhydrit-Kryställchen in körnigem Anhydrit; Magneteisen-Octaeder in Magneteisenfels. Oder es tritt bei einem einfachen Gestein porphyrartige Structur ein, wenn in seiner Masse ein accessorischer Gemengtheil in Krystallen ausgeschieden; z. B. Vesuvian oder Granat in körnigem Kalk, Granat in Chloritschiefer. — Bei ungleichartigen Gesteinen von krystallinisch körniger oder schieferiger Structur wird die porphyrartige noch dadurch bedingt, dass einer der wesentlichen Gemengtheile in grösseren Krystallen ausgeschieden. So z. B. wenn in der aus Orthoklas, Quarz und Glimmer bestehenden körnigen Granit-Masse noch Krystalle von Orthoklas liegen; ein solcher Granit wird als ein porphyrartiger bezeichnet.

5) Oolith-Structur.

Eine feinkörnige oder dichte Gesteinsmasse umschliesst kugelförmige Concretionen von der Grösse eines Pulver- oder Hirsekornes bis zum Durchmesser einer Erbse. Die kleinen Concretionen bestehen bald aus dem nämlichen Mineral, wie die sie umschliessende Masse, bald aus verschiedenem. Oft liegen sie so gedrängt in ihr, dass man jene kaum mehr bemerkt.

Im Innern zeigen die Concretionen theils eine concentrisch-schalige, theils radialfaserige Structur.

Die Oolith-Structur findet sich häufig bei Kalksteinen, die man auch daher geradezu Oolithe zu nennen pflegt. Als Abänderungen der Oolith-Structur, für welche auch zuweilen der Name Rogenstein-Structur gebraucht wird, sind noch zu betrachten:

Die Pisolith-Structur. Glatte, bis erbsengrosse Kugeln, aus concentrischen Schalen von radialfaseriger Textur, im Innern oft einen fremden Kern bergend. Als Typus dieser Structur kann der wohlbekannte „Erbsenstein“ (Aragonit) von Karlsbad gelten.

Sphärolithische Structur. Eine meist dichte Masse umschliesst mehr oder weniger reichlich kleine Kugeln von concentrisch-schaliger oder radial-faseriger Textur. Die Kügelchen stimmen in ihrer Zusammensetzung meist mit der sie umschliessenden Masse überein. Die sphärolithische Structur, obwohl der oolithischen sehr ähnlich, ist dennoch von ihr verschieden, da sie durch ganz andere Ursachen bedingt, auch bei anderen Gesteinen vorkommt: bei Felsitporphyren, Pechsteinen, Perlsteinen.

Variolithische Structur. In einer dichten oder feinkörnigen Grundmasse liegen erbsen- bis haselnussgrosse, rundliche oder flache Concretionen. Sie sind von ihr sowohl in Zusammensetzung als Farbe verschieden, aber so fest mit der Masse verwachsen, dass sie sich nicht herauslösen lassen und erst durch die Verwitterung deutlicher hervortreten. Die Aehnlichkeit mit Pocken-Narben (variolae) hat die Benennung veranlasst.

6) Mandelstein-Structur.

Sie entsteht, wenn die in gewissen Gesteinen vorhandenen Hohlräume, die sog. Blasenräume mit Mineralien ausgefüllt wurden. Da aber die Blasenräume vorzugsweise die Gestalt einer Mandel besitzen, so heissen ihre Ausfüllungs-Producte Mandeln, die Gesteine Mandelsteine, die Structur derselben Mandelstein-Structur.

Häufig wird solche auch als amygdaloidische (von amygdalum, Mandel) bezeichnet. — Die Mineralien, welche die Mandeln bilden, gehören zu den Secretionen, d. h. den accessorischen Bestandmassen gewisser Gesteine, von welchen bereits die Rede war und später bei den betreffenden Gesteinen noch sein wird.

Poröse Structur wird durch das Auftreten vieler kleiner, meist eckiger Hohlräume bedingt; sie ist wohl in den meisten Fällen durch Auswittern von Substanzen veranlasst.

Blasige Structur, wenn in der Gesteinsmasse rundliche Hohlräume, manchmal in grosser Menge vorhanden. Oft sind diese Hohlräume verzerrt, gewunden, in welchem Falle das Gestein auch als schlackiges bezeichnet wird.

Färbung der Gesteine.

Die krystallinischen Gesteine zeigen nicht immer die Farbe der Mineralien aus welchen sie bestehen, sondern sie sind, einfache wie gemengte, sehr häufig durch irgend einen Stoff, eine fein vertheilte Substanz, gefärbt. Bitumen, Graphit, Chlorit, Eisenoxyd, Magneteisen üben auf solche Weise einen wesentlichen Einfluss aus.

Anhydrit, Steinsalz, Gyps, viele Kalksteine sind nicht selten durch Bitumen grau gefärbt; die Gegenwart des letzteren giebt sich beim Zerschlagen oder Reiben der Gesteine durch Geruch zu erkennen. Ebenso werden Kalke oft durch Graphit grau oder schwärzlich, durch Eisenoxyd roth gefärbt. Chlorit, fein vertheilt, verleiht vielen Diabasen ihre grüne Farbe (Grünsteine).

Verwitterung der Gesteine.

Die meisten Gesteine befinden sich nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zustande, sondern haben durch Einflüsse verschiedener Art ihre wahrhaften, mineralogischen Eigenschaften verloren. Die gewöhnliche Ursache ist in der fortdauernden Einwirkung der Atmosphärilien zu suchen, welche den sog. Verwitterungs-Process herbeigeführt, der sich zuletzt durch ein Zerfallen der Gesteine in lockere, erdige Theile zu erkennen giebt. Die unsere Erdrinde umgebende Atmosphäre und das Wasser spielen, sowohl chemisch als mechanisch wirkend, bei der Verwitterung der Gesteine eine Hauptrolle. Wir treffen letztere, besonders die ungleichartigen, auf den verschiedensten Stufen der Verwitterung; je weiter solche fortgeschritten, um so schwieriger wird meist die Bestimmung der Gesteine.

Uebergänge der Gesteine.

Man sagt von einem Gestein, dass es in ein anderes übergehe, wenn es sich die Charactere desselben aneignet. Solche Uebergänge finden sowohl bei gleichartigen als bei ungleichartigen Gesteinen statt, insbesondere bei letzteren. Sie werden bedingt: entweder durch Veränderung der Structur oder der Gemengtheile.

Veränderung in der Structur, z. B. wenn ein dichter Kalk in einen körnigen übergeht, oder indem ein schieferiges Gestein sich körnige Structur aneignet, z. B. der Gneiss zum Granit wird.

Gesteins-Uebergang durch Veränderung in der mineralogischen Zusammensetzung findet statt, indem entweder einer der Gemengtheile austritt: der Gneiss geht in Glimmerschiefer über durch Ausscheiden des Orthoklas, oder indem ein neuer Gemengtheil hinzukommt: ein Hornblendegestein geht in Syenit über durch Aufnahme von Orthoklas.

Solche Gesteins-Uebergänge kommen nur zu häufig vor und bekanntlich längs der Grenze verschiedener Gebirgsarten. Es gehen da zuweilen Gesteine hervor, wo es schwierig, einen richtigen Namen zu geben. So erscheinen z. B. da wo Granit und Syenit an einander grenzen Felsen, welche aus Orthoklas, Oligoklas, Quarz, Hornblende und Glimmer bestehen.

Untersuchung der Gesteine.

Die Untersuchung und Bestimmung der Gesteine bietet, wenn sie gleichartige, geringere Schwierigkeiten, als bei gemengten. Bei diesen wieder besonders wenn es porphyrische oder dichte, als wenn es krystallinisch-körnige. Daher auch die Kenntniss der letzteren weiter vorgerückt, als der anderen.

Mineralogische Untersuchung. Bei den gemengten krystallinisch-körnigen Gesteinen liefern Spaltbarkeit, Bruch, Härte, specifisches Gewicht, Farbe, Pellucidität, Glanz der Individuen die Hauptanhaltspunkte. Bei den Porphyr-Gesteinen lässt sich häufig aus den Einsprenglingen auch auf die mineralogische Zusammensetzung der Grundmasse schliessen. — Wenn schon manche dichte Gesteine schwierig als ungleichartige zu erkennen, so ist es noch in weit höherem Grade die Bestimmung ihrer Gemengtheile. Als erstes Hülfsmittel dient eine mechanische Zerkleinerung derartiger Gesteine, eine genaue Untersuchung der einzelnen Theilchen vermittelst der Lupe.

Chemische Untersuchung. Mit kleinen Gesteins-Fragmenten nimmt man zunächst alle jene Proben vor, wie dies auch mit einfachen Mineralien geschieht; d. h. es wird Schmelzbarkeit, Wasser-Gehalt, Verhalten gegen Säure u. s. w. untersucht. Die chemische Analyse ist nun

für die nähere Kenntniss der gemengten Gesteine, insbesondere der porphyrischen und dichten von grosser Bedeutung.

Bei den Porphyr-Gesteinen kann man, wie **J. Roth** bemerkt, zwei grosse Gruppen unterscheiden: bei der einen nähert sich die Zusammensetzung der Grundmasse in hohem Grade der Zusammensetzung des Ganzen, weil die Beschaffenheit und Summe des in grösseren Krystallen Ausgeschiedenen mit der Grundmasse übereinstimmt. Bei der zweiten Gruppe enthält die Grundmasse noch kleinere und mikroskopische Krystalle von Mineralien, die gar nicht oder höchst sparsam in grösseren Krystallen ausgeschieden vorhanden sind. Als typisch für die erste Gruppe können die Felsitporphyre, für die zweite die Phonolithe gelten. Durch einfache Analyse eines porphyrischen Gesteins ohne gleichzeitige chemische und mikroskopische Analyse der Grundmasse und des Ausgeschiedenen wird — wie **Roth** sehr richtig hervorhebt — kein Fortschritt der Kenntniss erreicht. — Die sog. Bauschanalysen veranschaulichen die durchschnittliche chemische Zusammensetzung eines Gesteins. Jedoch ist, wenn solche gegeben, damit noch keineswegs die mineralogische Zusammensetzung ermittelt; denn, wie später gezeigt werden soll, chemisch fast vollständig übereinstimmende Gesteine können aus ganz verschiedenen Mineralien bestehen.

Die chemischen Bestandtheile der Gesteine sind, wie bekannt, hauptsächlich: Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron, die Oxyde und Oxydule des Eisens und Mangans. Wasser. Die ungleichartigen Gesteine pflegt man chemisch auch nach ihrem Kieselsäure-Gehalt zu classificiren. Es lassen sich dann drei Gruppen unterscheiden, nämlich: I. Gruppe. Kieselsäurereiche, sog. übersaure Gesteine; sie enthalten im Mittel über 65% aber bis zu 80% Kieselsäure; geringer Gehalt an Kalkerde und Magnesia. Das feine Pulver schmilzt schwer zu farblosem bis weissem Glase; Salzsäure von sehr geringer Wirkung. Die hierher gehörigen Gesteine enthalten freie Kieselsäure, d. h. Quarz. II. Mittelgruppe. Der Kieselsäure-Gehalt zwischen 52 und 65%; zwischen 2 und 10% Kalkerde, 1—9% Magnesia. Das Pulver meist schwer schmelzbar. Wenig oder keine freie Kieselsäure. III. Basische Gruppe. Gehalt an Kieselsäure selten über 50%. Kalkerde bis zu 15%, Magnesia bis zu 19%. Ziemlicher Eisengehalt. Das feine Pulver schmilzt mehr oder weniger leicht. Von Salzsäure werden viele hierher gehörigen Gesteine zersetzt.

Mikroskopische Untersuchung. So viele Erfolge auch durch zahlreiche und genaue Analysen in der Kenntniss der chemischen Zusammensetzung gemengter Gesteine erreicht, blieben immer noch ungelöste Fragen übrig. Dem Mikroskop war es vorbehalten, solche zu beantworten. Welche gewaltige Fortschritte durch die mikroskopische Untersuchung während der letzten Jahre in der Petrographie gemacht wurden, ist bekannt. Dieselbe hat nicht allein eine ganz andere Anschauung der mineralogischen Zusammensetzung und Structur gewisser Gesteine gebracht, sondern auch auf diese gestützt eine bessere Deutung der Entstehungsweise mancher Gesteine gestattet. In vielen, dichten ungleichartigen Gesteinen wurden wesentliche Bestandtheile nachgewiesen, die man gar nicht vermuthet hatte. Für manche Gesteine, die man für reine amorphe Gläser hielt, ergab sich, dass sie auf den verschiedensten Stadien der Entglasung, d. h. des Uebergangs in einen krystallinischen Zustand befindlich. In noch

anderen Gesteinen, die man nur aus krystallinischen Individuen bestehend glaubte, entdeckte man zwischen solchen Glasmasse.

Die Aufgabe der mikroskopischen Petrographie — so sagt **Vogelsang** — ist wesentlich eine zweifache: genauere Charakteristik der einzelnen Bestandtheile, dann Erforschung der Mikrostructur der Gesteine, also Lagerung der Bestandtheile im Verhältniss zu einander. Wir gelangen dann zu Schlussfolgerungen: 1) über die individuelle Bildung der einzelnen constituirenden Mineralien und die sekundären Veränderungen, welche sie erlitten haben; 2) über die Paragenesis der Bestandtheile; 3) über die formelle und materielle Bildungsweise der Gesteinsmasse.

Um die mikroskopische Untersuchung der Gesteine haben sich hauptsächlich **Sorby, Zirkel** und **Vogelsang** grosse Verdienste erworben. Aus ihren Werken[1]) sind auch vorzugsweise die im Nachfolgenden mitgetheilten Resultate entnommen.

Bekanntlich werden, um die Gesteine vermittelst des Mikroskops zu untersuchen, Präparate, sog. Dünnschliffe angefertigt, deren Herstellung allerdings eine nicht geringe Uebung verlangt[2]). Denn der Dünnschliff soll eigentlich wo möglich so fein sein, dass man durch ihn lesen kann. Was den Grad der Vergrösserung betrifft, so dient eine schwache, wie von 100 nur für eine einleitende Voruntersuchung, während für eingehendere Studien eine stärkere, bis zu 800 erforderlich. — Die Untersuchung bei auffallendem Lichte ist eine unvollkommene, weit ergiebiger jene mit durchfallendem Lichte. Neuerdings hat die Mikroskopie noch dadurch wesentliche Fortschritte gemacht, dass sie sich nicht mit Erkennung der im Dünnschliff erscheinenden Formen begnügte, sondern auch, um Structur und optische Charaktere zu ermitteln, sich des polarisirten Lichtes bedient. — Um mikroskopische mit mikrochemischen Beobachtungen zu verbinden, hat **H. Rosenbusch** eine Methode angegeben[3]) — Es ist hier vorerst nur von der grossen Bedeutung mikroskopischer Forschungen für die Petrographie die Rede gewesen. Von den Resultaten, zu welchen dieselben bis jetzt führten, soll bei den betreffenden Gesteinen die Rede sein.

Beschreibung der krystallinischen Gesteine.

I. Einfache oder gleichartige Gesteine.

Die Zahl der Mineralien, welche für sich Gebirgsarten bildend auftreten, ist keine bedeutende. Es sind hauptsächlich: 1) Haloidgesteine:

---

[1]) **Clifton Sorby:** On the microscopical structure of crystalls indicating the origin of minerals and rocks; Quarterly Journ. XIV. — **F. Zirkel:** Mikroskopische Gesteinsstudien (Sitzber. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch. XLVII. (1863). **F. Zirkel:** Mikroskopische Untersuchungen über die glasigen und halbglasigen Gesteine in Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. (1867) und: über die mikroskopische Structur der Leucite und die Zusammensetzung Leucit führender Gesteine, ebend. (1868). **F. Zirkel:** Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine. 1870. — **H. Vogelsang:** Philosophie der Geologie und mikroskopische Gesteinsstudien (1867).

[2]) **Zirkel** giebt in seinem trefflichen Lehrbuch der Petrographie hierzu nähere Anleitung (I. S. 9 ff.). — Neuerdings werden in der mechanischen Werkstätte von **Voigt** und **Hochgesang** in Göttingen verkäufliche Dünnschliffe präparirt, die für Detailstudien sehr zu empfehlen.

[3]) Vergl. Jahrbuch für Min. 1871, 914.

Steinsalz; Anhydrit und Gyps; Kalkstein und Dolomit. 2) Kieselgesteine: Quarzit und Kieselschiefer. 3) Silicat-Gesteine: Amphibolit; Serpentin; Talkschiefer und Chloritschiefer. 4) Erzgesteine: Magneteisenfels und Sideritgestein.

Im Nachfolgenden sind diese Gesteine nach ihren wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften, Structur-Verhältnissen kurz geschildert. Bei jedem wurden die besonders bezeichnenden accessorischen Gemengtheile, endlich einige Hauptfundorte hervorgehoben. Von der Art des Vorkommens dieser Gesteine und anderen Beziehungen derselben soll im geologischen Abschnitt die Rede sein.

Steinsalz.

Fein- bis grobkörnig; auch blätterig und faserig. H. = 2. G. =2,2. Farblos, weisslich, graulich, grünlich, blaulich, auch fleisch- bis ziegelroth. Glasglanz. Chem. Zus. im reinen Zustande 39,34 Natrium und 60,66 Chlor, meist verunreinigt durch Chlorcalcium, Chlormagnesium oder Chlorkalium. Salziger Geschmack. V. d. L. leicht schmelzbar. In Wasser leicht löslich.

Die grauen und blaulichen Farben des Steinsalzes sind durch Bitumen, die grünen durch Kupferchlorid, die rothen durch Eisenoxyd bedingt.

Das Steinsalz findet sich meist in körnigen Massen, in grösserer oder geringerer Tiefe im Innern der Erde in sehr verschiedenen Gebirgs-Formationen, gewöhnlich von Gyps, Anhydrit, Thon begleitet. Hauptfundorte: Stassfurt bei Magdeburg, Schöningen in Braunschweig, Sülbeck, Schönebeck, Sperenberg bei Berlin; Segeberg in Holstein (sämmtlich in Norddeutschland); Dürrheim und Rappenau in Baden, Sulz, Wilhelmsglück bei Hall in Württemberg. Ferner im „Salzkammergut" bei Berchtesgaden in Bayern, Hall in Tyrol, Hallein im Salzburgischen, Aussee in Steyermark, Hallstadt in Oesterreich; in Galicien bei Wieliczka und Bochnia. In der Schweiz bei Basel und Bex, in England in Cheshire u. a. O. — Nur ausnahmsweise erscheint das Steinsalz in grösseren Massen an der Erdoberfläche wie am Salzberg bei Cardona in Spanien.

Anhydrit (Karstenit).

Grob- bis feinkörnig, dicht. Bruch eben bis splitterig. H. = 3,5. G. = 2,8—3. Weiss, grau, gelblich- oder röthlichweiss; hellblau (durch Bitumen). Glas- bis Perlmutterglanz. Chem. Zus. = 58,82 Schwefelsäure, 41,18 Kalkerde. V. d. L. schmelzbar.

Accessor. Gemengtheile: Körner von Steinsalz: Berchtesgaden; Aussee bei Salzburg. Boracit: Schildstein bei Lüneburg; die kleinen Krystalle mit vorwaltendem Hexaeder.

Der Anhydrit findet sich meist als Begleiter des Steinsalzes an vielen der oben genannten Fundorte.

Mancher Anhydrit kann mit Gyps oder Kalkstein verwechselt werden; von jenem unterscheidet er sich durch grössere Härte, von diesem durch Nichtbrausen mit Salzsäure.

Gyps.

Klein- bis feinkörnig; faserig, blätterig (späthig). H. = 1,5—2.

G. = 2,2 — 2,4. Weiss, ins Graue, Gelbe; auch fleischroth. Chem. Zus. = 46,51 Schwefelsäure, 32,56 Kalkerde, 20,93 Wasser. Schmelzbar zu weissem Email. In viel Wasser, 450 Theile, auflöslich.

Abänderungen: Der zuckerkörnige, weisse Gyps, auch Alabaster genannt (von einer Stadt Alabastra in Egypten) und die gemeinen, verunreinigten körnigen oder dichten Gypse. — Der seidenglänzende Fasergyps tritt nicht in grösseren Massen auf, sondern in Streifen und Platten zwischen körnigem Gyps oder Thon.

Accessor. Gemengtheile: Gypsspath, in einfachen und Zwillings-Krystallen im körnigen Gyps eingewachsen und diesem porphyrartige Structur ertheilend: Kittelsthal bei Eisenach, Steigerthal im Harz, Griaz in Savoyen, Montmartre bei Paris. Bergkrystall: schöne Krystalle, P, bei Kittelsthal unfern Eisenach; Tonna in Thüringen; Golling im Salzburgischen. Eisenkiesel, ∞P.P, von besonderer Schönheit: Almansa in Castilien. Boracit: Kalkberg bei Lüneburg, die Krystalle, grösser wie die von Schildstein, mit vorwaltendem Dodekaeder oder Hexaeder; Schildstein bei Lüneburg; hier herrscht stets das Tetraeder. Biotit: Val Canaria. Eisenkies: O.∞O∞ bei Osterode am Harz; ∞O∞ am Schildstein bei Lüneburg.

Der Gyps bildet zuweilen für sich einzelne Hügel und Berge; öfter noch setzt er mit Anhydrit, Steinsalz, Thon an vielen der oben genannten Orte grössere Massen zusammen.

Kalkstein.

Die hierher gehörigen Gesteine besitzen eine Härte, welche = 3 und ein spec. Gew. = 2,64—2,67 und die gemeinschaftliche Eigenschaft, sich in Säure unter Brausen mehr oder weniger vollständig aufzulösen. Man unterscheidet folgende Abänderungen, welche durch Verschiedenheit in der Structur und durch Beimengungen bedingt werden.

Körniger Kalk.

Krystallinisch-körnige Masse, vom Grob- bis zum Feinkörnigen; die Körner fest mit einander verbunden, einzelne Individuen oft deutlich rhomboedrische Spaltbarkeit zeigend. Schimmernder Bruch. Schneeweiss, graulich- bis gelblichweiss, röthlichweiss, auch geflammt, gefleckt.

Chem. Zus. des körnigen Kalkes von Carrara: 99,236 kohlensaurer Kalk, 0,284 kohlensaure Magnesia, 0,251 Eisenoxydul. S. = 99,771 **(Wittstein).** Des körnigen Kalkes von Auerbach: 53,345 Kalkerde, 45,445 Kohlensäure, 0,327 Thonerde, 0,004 Magnesia, 0,752 Kieselsäure. S. = 99,873 **(Fuchs).**

Accessorische Gemengtheile finden sich in Menge und unter bemerkenswerthen Verhältnissen. Viele derselben kommen nämlich in denjenigen körnigen Kalken vor, welche im Gebiete älterer krystallinischer Silicatgesteine, im sog. Urgebirge auftreten und die man daher auch als „Urkalke" bezeichnet. Manche Kalke sind wahrhaft berühmt wegen ihres Reichthums an Mineralien; s. z. B. die von Auerbach an der Bergstrasse, Boden bei Marienberg in Sachsen, von Cziklowa u. a. O. im Banat; Insel Pargas[1]) in Finnland, Aker in Schweden, Bolton u. a. O. in Massachusetts,

[1]) Wie **Kuhlberg** in seiner werthvollen Beschreibung bemerkt, bezieht sich der in mineralogischen Lehrbüchern gebrauchte Name Pargas auf einen Complex von

Amity, u. a. O. in New-York. Viele der im körnigen Kalk eingewachsenen Krystalle zeigen eine auffallende Abrundung ihrer Ecken und Kanten, oft verbunden mit Krümmungen der Flächen. — Die häufigsten dieser Mineralien und ihre Hauptfundorte sind folgende. Glimmer, theils Biotit, theils Muscovit, schöne Krystalle: Pargas; Boden, Sachsen: Cantoglia, Piemont; Schelingen im Kaiserstuhl-Gebirge. Wenn die Glimmer-Blättchen parallel vertheilt, erlangt der Kalk eine Schiefer-Structur. Manche ganz mit zwiebelartigen Anhäufungen von Glimmer erfüllten Kalke werden auch Cipollin genannt (Cipolla, italien. die Zwiebel). Ophit (d. h. edler Serpentin), den Kalk oft ganz imprägnirend, sog. Ophicalcit: Thiersheim, Bayern; Tunaberg, Schweden. Apatit: Pargas; Hammond, Edenville New-York; fusslange Krystalle. Flussspath, blaue Octaeder; Wunsiedel, Bayern; grün Pargas; am Muscalonga-See, New-York; cubikfussgrosse $\infty O \infty$, zuweilen mit $_4O_2$. Spinell, blaue O: Aker; Amity, New-York, grün, braun, schwarz, O. von 16 Zoll Durchmesser und bis zu 49 Pfd. Schwere; rothe O: Littleton, Massachusetts. Bergkrystall, von besonderer Schönheit, Carrara. Vesuvian: Auerbach, Schwarzenberg, Sachsen; Monzoni, Tyrol; Orawicza, Banat; Gökum, Schweden. Granat, rother und weisser: Auerbach; rother: Cziklowa, Orawicza, Banat; Gökum, Schweden. Melanit: Franklin, New-Jersey. Wernerit: Straschkau, Mähren; Pargas; 10 Zoll lange Krystalle: Two-Ponts, New-York. Wollastonit: Auerbach; Cziklowa u. a. O., Banat; Pargas; Easton, Pennsylvanien; Gökum, Schweden. Hornblende, sog. Pargasit: Pargas; Amity u. a. O. in New-York. Chondrodit (ganz besonders im körnigen Kalk zu Hause): Pargas, sowohl krystallisirt als in grösseren, schichtenartigen Partien; Boden, Sachsen; Aker; Amity u. a. O. in New-York. — Besondere Beachtung verdient der Graphit, welcher bald in Blättchen oder Schuppen eingesprengt, bald in feinen Streifen, bald als färbender Stoff erscheint: Auerbach, Wunsiedel; Pargas, hier zuweilen mit Biotit, denselben in feinen Lagen bedeckend; Warwick, New-York. — Von schwer metallischen Mineralien sind besonders zu nennen: Magneteisen: Boden; Schelingen im Kaiserstuhl. Titaneisen, tafelförmige Krystalle: Pargas. Magnetkies: Auerbach; Boden; Pargas. Eisenkies: Auerbach; Cunstadt, Mähren; Carrara.

Der körnige Kalk setzt selten grössere Bergmassen zusammen, vielmehr dem Gebiete anderer Gesteine untergeordnete Lager, besonders im Gneiss, Glimmerschiefer, Granit. Doch giebt es auch körnige Kalke, die unter anderen Verhältnissen auftreten und auf die der oft gebrauchte Name Urkalk nicht anwendbar; so der inmitten des vulkanischen Kaiserstuhl-Gebirges vorkommende von Schelingen; ferner der durch seine vielfache Verwendung bekannte „Marmor“ von Carrara, welcher der Jura-Formation angehört.

Marmor hat man ursprünglich (von μαρμαρος, schimmernder Stein) die im Alterthum zu den schönsten Bildhauer-Arbeiten und dergl. verwendeten weissen, zuckerkörnigen Kalke genannt. Gegenwärtig wird der Name Marmor auf viele dichte und verschieden gefärbte Kalksteine angewendet, die zu ähnlichen Zwecken dienen.

Oolithischer Kalkstein (Oolith).

Dichte oder feinkörnige Kalkmasse, enthält kleine, runde Körner

---

Inseln, die das Kirchspiel Pargas bilden. Die Kalklager finden sich nur auf Ahlön. Vergl. **A. Kuhlberg:** Die Insel Pargas (Ahlön), chemisch-geognostisch untersucht. Dorpat 1867. Unter den verschiedenen Kalkbrüchen sind besonders die von Storgard und Ersby zu nennen.

von Kalk, bald reichlich, so dass diese, dicht gedrängt sich fast berühren, bald sparsamer, dass sie vereinzelt erscheinen. Im ersten Falle die Körner, im zweiten die Grundmasse vorherrschend. Die einzelnen Körner von Hirse- bis Hanfkorn-Grösse; ihre Structur concentrisch-schalig oder radialfaserig. Im Innern oft einen fremden Kern, z. B. ein Sandkorn enthaltend.

Oolithische Kalksteine besitzen, als Glieder verschiedener Sedimentär-Formationen, bedeutende Verbreitung, insbesondere in der Jura-Formation Englands.

Pisolith oder Erbsenstein hat man den aus runden, bis über erbsengrossen Kugeln von concentrisch-schaliger Structur bestehenden Absatz warmer Quellen genannt (Aragonit), als dessen Typus der „Karlsbader Erbsenstein" längst bekannt, der aber auch anderwärts, zu Tirnitz in Oesterreich, in Ungarn nachgewiesen.

Rogenstein. Hier ist das die Kalk-Kügelchen umschliessende Gestein ein sog. Mergelkalk, d. h. ein Gemenge von kohlensaurem Kalk mit Thon.

Dichter Kalkstein. (Gemeiner Kalkstein.)

Kalkstein, dessen Structur eine in so hohem Grade feinkörnige ist, dass die krystallinischen Individuen mit freiem Auge nicht mehr zu erkennen. Flach muscheliger Bruch. Sehr verschiedene Farben, besonders grau, gelb, schwarz, blaulich; auch gefleckt, geadert. Durch verschiedene Beimengungen verunreinigt, welche auch auf die Farbe Einfluss haben.

Accessorische Gemengtheile enthalten die dichten Kalksteine nicht so reichlich, wie die körnigen. Von accessorischen Bestandmassen verdient besonders das häufige Vorkommen von Adern und Streifen weissen Kalkspathes Erwähnung.

Dichte oder gemeine Kalksteine besitzen eine grosse Verbreitung und setzen, oft ganze Gebirge bildend, einen ansehnlichen Theil der Erdrinde zusammen. Sie werden nach den sedimentären Gebirgs-Formationen, denen sie angehören, benannt und sollen auch bei diesen eine eingehendere Beschreibung finden.

Im Nachfolgenden seien vorerst nur einige Varietäten des dichten Kalksteins hervorgehoben.

Muschelmarmor oder Lumachell (von lumaca, ital. die Schnecke). Viele Kalksteine enthalten bekanntlich Schalen von Schnecken oder Muscheln, welche zuweilen noch einen schönen Perlmutterglanz besitzen. Solche Kalksteine finden sich z. B. bei Bleiberg in Kärnthen.

Lithographischer Kalk, durch seine sehr gleichförmige dichte Structur ausgezeichnet, graulich- bis erbsengelb, tritt in dünnen Platten auf.

Bituminöser Kalk (Stinkkalk). Von dunklen Farben, die durch eine Beimengung von Bitumen bedingt. Beim Reiben oder Zerschlagen einen eigenthümlichen Geruch entwickelnd. Je reichlicher der Gehalt an Bitumen, um so grösser wird der braune Rückstand beim Auflösen in Salzsäure sein.

Kieseliger Kalk oder Kieselkalk, meist von hellen Farben, enthalten fein vertheilte Kieselsäure — zuweilen bis zu 48% — welche als Quarz, Hornstein, manchmal in feinen Adern durch die Gesteinsmasse zieht. Sie sind härter wie die anderen Kalksteine (bis zu 6) und geben, mit Salzsäure behandelt, einen unlöslichen Rückstand

Grobkalk oder Sandkalk. Gewisse Kalksteine enthalten Quarzkörnchen beigemengt, durch welche die Structur der körnigen sich nähert. Mit Säure behandelt, bleibt Quarzsand zurück. Solche Gesteine sind besonders in den Tertiär-Formationen zu Hause.

Thoniger Kalk (Mergelkalk). Kalk welchem Thon beigemengt, etwa 15 bis 25%. Von graulichen, gelblichen Farben. Geben beim Anhauchen oder Befeuchten den bekannten Thon-Geruch. Mit Säure behandelt unlöslicher Rückstand.

Eisenkalk. Von Eisenoxyd imprägnirter und dadurch roth gefärbter Kalk von höherem Gewicht. Manche solcher Eisenkalke gewinnen besonderes Interesse, weil sie in der Nähe von Rotheisenerz-Lagern auftreten (Harz, Westphalen).

Poröser Kalkstein.

Dicht oder feinkörnige Kalkmasse, von kleineren oder grösseren Höhlungen, Poren, Zellen erfüllt.

Kalktuff (von τοφος, lockere Gesteinsart). Helle Farben. Oft von Röhren durchzogen, welche ein eigenthümliches durchlöchertes Ansehen bedingen. Solche Kalke sind Absätze kalkhaltiger Quellen, werden daher auch als Limnocalcite oder Süsswasserkalke bezeichnet. Travertin ein bald röhriger, bald dichter Kalktuff, der in Italien verbreitet: Tivoli, Abruzzen.

Der feinerdige Kalk, die Kreide, ist kein krystallinisches Gestein, gehört daher auch nicht bei diesen aufgeführt.

Dolomit.

Grob- bis feinkörnig, dicht. H. = 3,5. G. = 2,8—2,9. Weiss, gelblich, grau. Im reinsten Zustand aus einem Aequiv. kohlensaurer Kalkerde und einem kohlensaurer Magnesia bestehend. Mit Säure erst gepulvert aufbrausend.

1) Körniger Dolomit (Urdolomit). Zuckerkörnige Masse, deren krystallinische Individuen nicht so fest verbunden, wie beim körnigen Kalk. Weiss, ins Gelbe. Viele dieser Dolomite besitzen die Eigenschaft des Bräunens in Folge eines Eisengehaltes.

Chem. Zus. des Dolomits vom Binnenthal nach **Th. Petersen:** 56,14 kohlensaurer Kalk, 42,30 kohlensaure Magnesia, 0,40 kohlensaures Eisenoxydul, 1,55 Quarz. S. = 100,39.

Accessorische Gemengtheile enthalten die zuckerkörnigen Dolomite bei weitem nicht so häufig, wie die körnigen Kalke. Es sind zwei Localitäten in den Alpen, die sich durch ihren Mineral-Reichthum auszeichnen. 1) Die berühmte Fundstätte von Campo lungo am St. Gotthard, in einer Höhe von 2146 M., enthält: grünen und farblosen Turmalin in der Form $\infty P_2 R. -_2 R$; Korund, roth und blau; Vesuvian, Grammatit, Perlglimmer, Talk, Bitterspath, Diaspor, wasserhelle Krystalle, stets mit Korund zusammen, dessen Flächen bedeckend; Rutil, Realgar und Eisenkies. 2) Der Dolomit vom Binnenthal im Oberwallis, weisser und von feinerem Korn als der von Campo lungo. Nach **G. vom Rath** ist hier, am Längenbach, die Dolomit-Schicht in einer Mächtigkeit von etwa 60 F. mit kleinen Eisenkies-Krystallen imprägnirt. In dieser sind drei schmale Straten wegen ihrer Mineral-Führung bemerkenswerth. Sie enthalten: Turmalin, grün oder braun, in

der Form $\infty P_2 . \frac{\infty R}{2} . R . -_2R$ unten R . OR; Bitterspath, Krystalle mit vorwaltendem R und OR, Zwillinge; Hyalophan, in Adular-Formen; Grammatit; Realgar in Krystallen von besonderer Schönheit; Binnit, flächenreiche Krystalle; Blende, ausgezeichnete Krystalle, meist Zwillinge der Comb. $\frac{O}{2} . -\frac{O}{2} . \infty O \infty$, von brauner Farbe; Rutil, Magneteisen, rektanguläre Tafeln von Dufrenoysit, nadelförmige Prismen von Skleroklas, endlich Jordanit.

Die körnigen Dolomite bilden hauptsächlich Einlagerungen im krystallinischen Schiefergebirge. — Sie sind leicht mit körnigen Kalken zu verwechseln; unterscheiden sich von diesen durch grössere Härte und Schwere, durch nicht unmittelbares Aufbrausen mit Säure, durch Phosphoresciren, wenn sie mit einem eisernen Instrument geritzt werden.

2) Poröser Dolomit. Die feinkörnige Masse von vielen Hohlräumen oder Zellen durchzogen, sog. Zellendolomit. Die Hohlräume oft mit Rhomboedern von Bitterspath ausgekleidet. (Meist R). Grau, gelb, braun.

Chem. Zus. keineswegs die normale, vielmehr eine sehr schwankende; im Allgemeinen wechselt der Gehalt an kohlensaurer Kalkerde von 54 bis 63%, an kohlensaurer Magnesia von 36 bis 45%; gewöhnlich etwas kohlensaures Eisenoxydul vorhanden.

Poröse Dolomite erscheinen sehr häufig als Glieder verschiedener Sedimentär-Formationen, nach denen man sie auch benennt, wie z. B. Juradolomit. — Es wird später von ihnen die Rede sein.

Quarzit (Quarzfels).

Structur fein- bis grobkörnig, auch dicht; zuweilen aus unvollständig ausgebildeten Quarz-Krystallen bestehend. Sehr bezeichnend ist das Vorkommen von krystallisirtem Quarz in Höhlungen und auf Klüften des Gesteins. Bruch grobsplitterig. H. = 7. G. = 2,6. Weiss, ins Graue und Gelbliche. Fettartiger Glasglanz.

Accessor. Gemength. besonders Muscovit, dessen Blättchen manchmal parallel vertheilt eine schieferige Structur bedingen, sog. Quarzschiefer.

Quarzfels bildet vorzugsweise Einlagerungen im älteren Gebirge, aus seiner Umgebung in Ruinen- oder Mauerartigen Massen hervorragend. Bayerischer oder böhmischer Wald, Erzgebirge, Reichenbach bei Auerbach im Odenwald.

Manche Quarzite können einem Sandstein ähnlich sehen; bei diesem sind aber die Quarz-Körner durch ein Cäment verbunden, was beim Quarzit nicht der Fall.

Kieselschiefer (Lydit).

Dichte Quarzmasse von dickschieferiger Structur. H. = 7. Flach muscheliger bis splitteriger Bruch. Schwarz bis dunkelgrau. V. d. L. unschmelzbar.

Accessor. Gemengtheile sind nicht häufig, zuweilen kleine Hexaeder von Eisenkies eingesprengt. Dagegen findet sich, kleine Streifen und Adern bildend, oft weisser Quarz; auf Klüften erscheint als ein russartiger Ueberzug Kohlen-

stoff, welcher auch die Farbe des Gesteins bedingt. — Bemerkenswerth ist das Vorkommen einiger Phosphate auf Klüften im Kieselschiefer, besonders von Wavellit: Diensberg bei Giessen, Langenstriegis bei Freiberg und von Kalait (Türkis): Steine in Schlesien, Plauen in Sachsen.

Der Kieselschiefer bildet vorzugsweise Lager in älteren Sedimentär-Formationen; so bei Hof in Bayern, in Sachsen, Schlesien, Böhmen.

Mit dem Namen Kieselschiefer werden auch gewisse Gesteine belegt, welche keine eigentlichen Kieselschiefer, d. h. durch Kohlenstoff schwarz gefärbte und unschmelzbare Quarzmasse, sondern durch Thonerde, Kalkerde, Eisenoxydul und andere Beimengungen verunreinigte Kieselgesteine, die manchmal ziemlich leicht schmelzbar sind, oft nur bis zu 70 bis 76% Kieselsäure enthalten. Sie treten ebenfalls im Gebiete älterer Sedimentär-Formationen auf und sollen später besprochen werden.

Amphibolit.

1) Hornblendegestein, körniger Amphibolit. Körner oder kurzsäulige Individuen von Hornblende, nach den verschiedensten Richtungen zu fein- bis mittelkörnigen Aggregaten mit einander verwachsen. H. = 5—5,5. G. = 2,9—3. Schwarz, ins Schwärzlichgrüne. Die Oberfläche der Hornblendegesteine oft mit einer braunrothen Rinde von Eisenoxydhydrat bedeckt.

Chem. Zus. selten ganz reine Hornblende-Masse, vielmehr stellen sich Körnchen von Feldspath (wohl am öftesten von Oligoklas) feine Linsen von Quarz, Blättchen von Biotit ein. Die Hornblendegesteine sind stets thonerdehaltig. Ein feinkörniges Hornblendegestein von der Insel Ahlön enthält nach **Kuhlberg:** 60,36 Kieselsäure, 18,41 Thonerde, 1,55 Eisenoxyd, 3,69 Eisenoxydul, 3,20 Magnesia, 2,94 Kalkerde, 4,15 Natron, 3,47 Kali, 0,60 Wasser. S. = 98,73.

Accessor. Gemength. besonders Eisenthongranat, ∞O und $\infty O.{}_2O_2$, roth oder braun; Hof und Eppenreuth in Bayern, Kupferberg in Böhmen, Görgenhain in Sachsen, Portsoy, Schottland.

Hauptsächlich im Gebiete der älteren krystallinischen Schiefer Einlagerungen bildend.

2) Hornblendeschiefer, schieferiger Amphibolit. Faserige, strahlige oder kurzsäulige Partien von Hornblende, die bald regellos verwachsen, bald unvollkommen parallel angeordnet. Dünn- bis dickschieferig. Schwarz oder schwärzlichgrün.

Chem. Zus. 1) des Hornblendeschiefers von Petersthal im Schwarzwald nach **Klemm:** 48,9 Kieselsäure, 26,3 Thonerde, 10,0 Kalkerde, 1,2 Magnesia, 9,4 Eisenoxydul, 3,4 Natron, 1,0 Kali. S. = 100,2. 2) Typischer Hornblendeschiefer von Mähring bei Tirschenreuth, Oberbayern, nach **Gümbel:** 46,711 Kieselsäure, 2,800 Titansäure, 4,313 Thonerde, 18,070 Eisenoxydul, 8,022 Eisenoxyd, 2,044 Magnesia, 14,760 Kalkerde, 2,414 Natron, 0,500 Wasser. S. = 99,634.

Accessor. Gemength. ebenfalls Eisenthongranat: Janowitz, Schlesien Böhmisch Neustädtl, Hannover in Nordamerika.

Erscheint unter ähnlichen Verhältnissen wie das Hornblendegestein.

3) Strahlsteinschiefer, Aktinolithschiefer. Schieferiges Aggregat von Strahlstein-Individuen von gras- bis lauchgrüner Farbe. Enthält wenig oder keine Thonerde.

Savoyer Alpen, Oberwiesenthal, Erzgebirge, Schottland.

Talkschiefer.

Talk, dünn- bis dickschieferig. Die feinen Lamellen oft innig in einander gefügt, daher die Schieferung nicht immer sehr vollkommen. Weich, fettig anzufühlen. Weiss, ins Graue, Grüne, Gelbliche.

Chem. Zus. selten reiner Talk. Der Talkschiefer von Zöptau in Mähren enthält nach **Werther:** 53,28 Kieselsäure, 4,43 Thonerde, 5,79 Eisenoxyd, 1,04 Eisenoxydul, 29,85 Magnesia, 1,51 Kalkerde, 2,60 Wasser. S. = 98,50.

Accessor. Gemength. häufig; besonders: Magnesit, R: Greiner, Tyrol; Salzburg. Rother Thoneisengranat, ∞O: Gastein; Valtigels, Tyrol; St. Gotthardt. Turmalin: Zillerthal. Strahlstein: Greiner; Val Tremola. Magneteisen, O, St. Gotthardt; Andermatt; Greiner; Slatoust, Ural.

Talkschiefer ist ein häufiges Gestein, welches bald grössere Gebiete bildet, wie in den Tyroler, Kärnthner, Walliser Alpen, im Ural, bald anderen Gebirgsmassen untergeordnet erscheint: Thiersheim bei Wunsiedel, Lichtenberg im Reussischen; Corsica und Elba.

Chloritschiefer.

Chloritmasse, dick- bis dünnschieferig, auch körnig-blätterig oder schuppig-körnig. Weich und milde. Grün, ins Schwärzlich- oder Graulichgrüne. Strich graulichgrün. Gibt im Kolben Wasser.

Chem. Zus. Der Chloritschiefer muss, wie dies auch **Kenngott** in seinen Elementen der Petrographie hervorhebt, unabhängig von der mineralogischen Unterscheidung der verschiedenen Chlorit-Species (wie Chlorit, Klinochlor, Pennin) als Gebirgsart aufgefasst werden, weil die unterscheidenden Merkmale jener Species nicht deutlich hervortreten. Der Chloritschiefer vom Riffelhorn bei Zermatt enthält: 42,08 Kieselsäure, 3,51 Thonerde, 26,85 Eisenoxydul, 0,59 Manganoxydul, 17,10 Magnesia, 1,04 Kalkerde, 11,24 Wasser S. = 102,41 **(Bunsen).**

Accessor. Gemength. überaus häufig: es ist für den Chloritschiefer characteristisch, dass öfter die Krystalle der in ihm eingewachsenen Mineralien mit einer feinen Hülle von Chlorit umgeben sind. Zu den bezeichnendsten gehören: Magneteisen, O oder Zwillinge: Pfitsch, Zillerthal in Tyrol; Salzburg; St. Gotthardt; Prakersdorf, Mähren; im Ural; Windsor, Massachusetts. Rother Eisenthongranat, gewöhnlich ∞O: Greiner, Tyrol; Böhmisch-Neustädl; Slatoust, Ural; New-Fane, Vermont. Turmalin: $\infty P_2 . \infty R . \frac{R}{2} . -2R$: Greiner; Beresowsk u. a. O., Ural. — Eisenkies; $\infty O \infty$, Pfitsch, Tyrol; Grossarl, Oesterreich; Schelesinsk, Ural.

Der Chloritschiefer bildet bald selbstständige, grössere Gebirgsmassen, bald untergeordnete Einlagerungen. Salzburger, Tyroler, Kärnthner Alpen, Ural.

Chloritoidschiefer sind dunkelfarbige Schiefer, welche aus der Chloritoid genannten Species zusammengesetzt sind; sie finden sich in Canada.

Topfstein (Lavezstein, vom italien. lavezzo, Topf; Giltstein, nach einem in Wallis üblichen Namen). Eigentlich kein einfaches Gestein, sondern ein Gemenge

aus meist vorwaltendem Chlorit, mit Talk, einzelnen Glimmer-Blättchen, Serpentin, Hornblende-Nadeln. Die Structur ist seltener eine schieferige, meist eine massigkörnige, filzartig verwebte.

Tavetscher Thal, Oberengaddin, Gegend von Chiavenna u. a. O. in den Alpen; Ala u. a. O. in Piemont; Trondhjem in Norwegen; Potton in Canada. (Die Verwendung des Topfstein zu Oefen, die bereits 500 bis 600 Jahre alt sind, ist besonders im Tavetscher Thal, bei Dissentis eine allgemeine.)

Serpentin.

Dichte Masse, nur selten feinkörnig. Bruch splitterig bis flachmuschelig. H. = 3 — 4. Weich und milde; etwas fettig anzufühlen. Grün, ins Schwärzlichgrüne bis fast Schwarze, grünlichgrau, gelblichgrün ins Gelbe; auch roth oder braun. Gefleckt, geflammt. Matt. Strich grünlichgrau. V. d. L. nur schwer in feinen Splittern schmelzbar. Giebt im Kolben Wasser. Wird durch Schwefelsäure zersetzt.

Chem. Zus. 1) des Serpentin von Kraubath in Steyermark nach **H. Höfer:** 40,81 Kieselsäure, 1,09 Thonerde, 37,09 Magnesia, 1,32 Kalkerde, 5,02 Eisenoxydul, 1,98 Eisenoxyd, 0,64 Manganoxydul, 0,32 Chromoxyd, 10,26 Wasser. S. = 98,53. 2) Serpentin von Grötschenreuth bei Erbendorf in Oberbayern, nach **Gümbel:** 40,30 Kieselsäure, 1,30 Thonerde, 8,50 Eisenoxydul, 1,35 Eisenoxydoxydul, 0,90 Chromoxyd, 34,21 Magnesia, 13,00 Wasser. S. = 99,56.

Accessor. Gemengtheile: Enstatit (Bronzit), vereinzelte Blätter, blätterige Aggregate, mit den gestreiften, zuweilen gekrümmten Spaltungsflächen: Kupferberg, Bayern; Waldheim, Sachsen; Kraubath, Steyermark; Hrubschitz, Mähren; Lizard, Cornwall. Schillerspath (Bastit): Baste, Harz; Waldheim, Sachsen; Wustuben, Bayern; Todtmoos, Schwarzwald, hier oft in schönen, grossen Lamellen, oder in den feinsten Schuppen das Gestein durchschwärmend. Granat (Chromgranat oder Pyrop): Zöblitz, Waldheim in Sachsen; Petschkau, Böhmen; Waldkirchen, Oberbayern; mehrorts in den Vogesen. Magneteisenerz: Zöblitz, Sachsen; Rudolphstein bei Hof in Bayern, hier ∞O; Kraubath, Steyermark; Zillerthal; am Matterhorn; Pyschminsk u. a. O. im Ural. Die schwarze Farbe manchen Serpentins rührt von fein vertheiltem Magneteisen her, wie z. B. in dem von Reichenstein in Schlesien. Chromeisenerz, besonders characteristisch; in Körnern oder körnigen Aggregaten: Hrubschitz, Mähren; Kraubath, Steyermark; Grochau, Schlesien; Vogesen; Insel Unst, bei Swinaness, hier zuweilen schöne Octaeder; bei Kyschtimsk und vielen a. O. im Ural; ebenso überaus häufig in den Vereinigten Staaten, so bei Baltimore, Maryland, kleine O., Hoboken, New-Jersey.

Accessor. Bestandmassen: sehr häufig; besonders Chrysotil: Reichenstein, Schlesien; Zöblitz, Sachsen; Kupferberg, Bayern; Baltimore, Maryland. Chlorit: Zöblitz, Waldheim, Greifendorf u. a. O. in Sachsen; Krems, Oesterreich. Talkhydrat oder Brucit: Kraubath, Steyermark; Portsoy, Schottland; Insel Unst, Hoboken, New-Jersey; Pyschminsk, Ural.

Serpentin bildet lagerartige Massen, vereinzelte Kuppen und Berge; kleine Hügelreihen; in Sachsen, Schlesien, Steyermark, Fichtelgebirge, Tyrol, Vogesen, Schottland; besonders verbreitet aber im Ural und in den Vereinigten Staaten.

Ein grosser Theil der gegenwärtig unter dem Namen Serpentin aufgeführten Gesteine sind keine ursprünglichen, sondern aus der Umwandelung anderer,

aber sehr verschiedener Gebirgsarten hervorgegangene. Man hat dies, zuerst aus geologischen Beobachtungen geschlossen, d. h. durch deutliche Uebergänge aus kryptokrystallinischen Serpentinen in deutlich gemengte krystallinische Silicat-Gesteine. Die mikroskopische Untersuchung von sog. Dünnschliffen hat diese Annahme: dass die Serpentine aus der Umwandelung anderer Gesteine hervorgegangen, bestätigt; sie hat, ausser manchen der oben genannten accessorischen Gemengtheile, noch andere Mineralien nachgewiesen von welchen es bekannt, wie Olivin, Picotit (Chromspinell), Chromdiopsid, dass sie die ursprünglichen Bestandtheile gewisser Olivingesteine sind, d. h. dass demnach viele Serpentine aus der Umwandelung von Olivinfels hervorgegangen sind. — Es hat sich damit aber auch weiter herausgestellt, dass manche Serpentine eigentlich keine einfachen, sondern gemengte Gesteine sind, deren Gemengtheile allerdings erst durch nähere Untersuchung zu erkennen.

R. v. Drasche hat neuerdings sehr sorgfältige chemisch-mikroskopische Untersuchungen einiger Serpentine angestellt und ist zu folgenden sehr wichtigen Resultaten gelangt. Die bis jetzt unter dem Namen Serpentin aufgeführten Gesteine zerfallen in zwei Classen, welche oft chemisch von einander wenig verschieden, desto mehr aber mikroskopisch. Die erste Classe umfasst Gesteine, deren chemische Zusammensetzung auf die bekannte Serpentin-Formel führt. Ihre mikroskopische Structur aber lehrt, dass sie aus Olivingesteinen entstanden sind. Oft ist der Olivin noch vollkommen deutlich zu sehen, meist aber schon umgewandelt, doch noch häufig durch die Anordnung des Magneteisens zu erkennen. Die steten Begleiter dieser Serpentine sind Bronzit, Bastit oder Diallagit. — Der zweiten Classe gehören serpentinähnliche Gesteine an, deren chemische Zusammensetzung bald der Serpentin-Formel entspricht, bald vollständig von derselben abweicht. Diese von den eigentlichen Serpentinen zu trennenden Gesteine bestehen aus Magneteisen, etwas Diallagit und zwei mikrokrystallinischen Mineralien: wahrscheinlich Bronzit und Bastit. — Es soll später von ihnen die Rede sein.

Sideritgestein.

Fein- bis grobkörniges Aggregat von Eisenspath oder Siderit, dessen einzelne krystallinische Individuen oft deutlich die rhomboedrische Spaltbarkeit zeigen. G. = 3,7—3,9. Gelblichweiss, gelb, ins Gelblichgraue, an der Luft braun bis schwarzbraun werdend. Glasglanz.

Chem. Zus. = 62,07 Eisenoxydul, 37,93 Kohlensäure, meist mit kohlensaurem Manganoxydul, kohlensaurer Kalkerde oder kohlensaurer Magnesia.

Setzt ansehnliche, oft vollständige Berge bildende lagerartige Massen zusammen: der Erzberg bei Eisenerz in Steyermark, bei Lölling unweit Hüttenberg u. a. O. in Kärnthen, Stahlberg bei Müsen in Westphalen.

Magneteisengestein.

Feinkörnig bis dicht. H. = 5,5 — 6,5. G. = 4,9 — 5,2. Eisenschwarz. Metallglanz. Magnetisch. Schwarzer Strich. Gepulvert in Säure löslich.

Bildet gewaltige, hauptsächlich dem Gneiss eingeschaltete Lager: Dannemora in Upland, Taberg in Smaland, Gelivara in Lulea-Lappmark u. a. O. in Schweden; Arendal in Norwegen. Auf ähnliche Weise im Ural am Blagodat bei Kuschwinsk, Katschkanar bei Nischne-Turinsk u. a. O.; in Mexico am Cerro del Mercado bei Durango.

II. Ungleichartige oder gemengte krystallinische Gesteine.

Im Nachfolgenden sind die ungleichartigen Gesteine nach ihren wichtigsten Eigenschaften, die sehr verbreiteten etwas ausführlicher, die seltneren nur kurz beschrieben. Es werden also von jedem Gestein dessen wesentliche, stellvertretende und accessorische Gemengtheile sowie die Structur angegeben, einige Analysen und — wo solche vorhanden — die Resultate der mikroskopischen Untersuchungen mitgetheilt, endlich die Hauptfundorte.

Bei den ungleichartigen Gesteinen ist der Begriff einer bestimmten Gesteinsart meist noch schwieriger zu fixiren, wie bei den gleichartigen. Sehr treffend sagt **Gümbel:** eine Gesteinsart entspricht nicht dem Begriff einer Art, wie sie bei Thieren oder Pflanzen festgestellt werden kann, selbst nicht der constanten oder gesetzmässigen Zusammensetzung einer chemischen Verbindung in einem Minerale, weil weder die einzelnen Theile organisch unter sich verbunden sind, noch die Gemengtheile als solche durch chemische Affinitätsgesetze beherrscht werden. Es lassen sich daher unter Gesteinsarten nur gewisse Typen verstehen, welche als ein Gemenge bestimmter Mineralien nur durch ihr häufigeres Vorkommen und ihre grössere Verbreitung eine grössere Wichtigkeit gewinnen und durch besondere Namen hervorgehoben zu werden verdienen.

Was die Anordnung betrifft, so wurde versucht, die ungleichartigen Gesteine in einzelne Gruppen zu bringen, d. h. Gesteine, die einander sowohl mineralogisch als auch geologisch nahe stehen, zu einem grösseren Ganzen zu vereinen. Einige Gesteine, welche sich nicht gut in einer Gruppe unterbringen liessen, wurden gesondert aufgeführt.

A. Krystallinische Schiefergesteine.

Als wesentliche Gemengtheile treten hauptsächlich auf: aus der Feldspath-Gruppe Orthoklas und Oligoklas; Quarz; die Glimmer; Hornblende. Die Structur ist vorwaltend eine schieferige.

1) Gneiss.

Einem körnigen Gemenge von Orthoklas und Quarz verleihen in paralleler Lage vertheilte Tafeln oder Blättchen von Glimmer schieferige Structur, welche um so vollkommener, je reichlicher der Glimmer vorhanden, je paralleler seine Anordnung. Mit der Schiefer-Structur ist gewöhnlich auch eine ausgezeichnete Spaltbarkeit verbunden.

Der Orthoklas erscheint in kleinen tafelförmigen Individuen oder in krystallinischen Körnern. Weiss, graulich- bis gelblichweiss, gelblich;

häufig grau oder fleischroth, welche Farben bei dem oft vorwaltenden Orthoklas dem Gestein eigenthümlich. Glas-, auf den Spaltungs-Flächen Perlmutterglanz. Der Quarz meist in Körnern oder in linsenförmigen, sich scharf auskeilenden Lamellen. Grau, graulichweiss, Glas- bis Fettglanz. Der Glimmer, welcher theils Muscovit von weisser oder grauer Farbe, theils Biotit von brauner Farbe, tritt in Schuppen, Blättchen, Tafeln auf, die oft vielfach mit einander verwebt. Die kleinen Individuen des Glimmers bilden namentlich häufig sog. Flasern, d. h. kurze etwas gebogene Lagen von schuppiger Zusammensetzung. Nicht selten kommen beide Glimmer-Species zusammen vor.

Abänderungen oder Varietäten des Gneiss giebt es mehrere; sie werden bedingt: 1) durch gewisse Modificationen in der Structur, wobei der Glimmer eine Hauptrolle spielt; 2) durch gewisse Wechsel in der mineralogischen Zusammensetzung, besonders durch stellvertretende Gemengtheile.

1) Varietäten in der Structur.

Schieferiger Gneiss (Normalgneiss). Zwischen den vorwaltenden und zusammenhängende Lagen bildenden Glimmer-Lamellen ist die körnige Masse von Orthoklas und Quarz in abgegrenzten Partien zonenweise vertheilt, so dass eine sehr vollkommene Spaltbarkeit vorhanden. Derartige Gneisse, die man wegen des vorwaltenden Glimmer auch als Glimmergneisse bezeichnet, gehören zu den am meisten verbreiteten: Erzgebirge, Schwarzwald.

Körnigstreifiger Gneiss. Das körnige Gemenge von Orthoklas und Quarz wechselt mit bald glimmerreichen, bald glimmerarmen Zonen, so dass sich die Gesteinsmasse, im Querbruch betrachtet, wie gebändert darstellt. Bei Freiburg im Schwarzwald, Finnland, Schottland.

Flaseriger Gneiss. Die Glimmer-Schuppen sind zu kurzen Lagen, sog. Flasern, vereinigt, die oft vielfach gewunden und sich berührend, zwischen dem körnigen Gemenge von Orthoklas und Quarz sich eindrängen und dessen Zusammenhang unterbrechen.

Granitartiger Gneiss. Das körnige Gemenge aus Orthoklas und Quarz waltet vor, in ihm sind Glimmer-Schuppen, aber meist mit geringem Parallelismus eingestreut, so dass Schiefer-Structur und Spaltbarkeit unvollkommen, und einzelne Handstücke oft kaum von einem Granit zu unterscheiden.

Porphyrartiger Gneiss (Leistengneiss). In dem Gneiss-Gemenge treten Krystalle, einfache oder Zwillinge, von Orthoklas auf. Haben die Krystalle leistenförmige Gestalt, so werden die Gneisse auch als Leistengneisse, haben sie rundliche, als „Augengneisse" bezeichnet. Sie sind nicht selten, ohne jedoch in grösserer Ausdehnung, ganze Gebiete bildend, aufzutreten. Rittenweier im Odenwald, Lierbachthal, Laufer Thal, Bonndorf, Münsterthal u. a. O. im Schwarzwald; Aschaffenburg; Schwarzenberg im Erzgebirge, Redwitz, Fichtelgebirge.

2) Varietäten in der Zusammensetzung.

Oligoklas-Gneiss. Neben dem vorwaltenden Orthoklas stellen sich, zumal im porphyrartigen Gneiss, noch krystallinische Individuen von Oligoklas ein. Beide Feldspathe sich oft durch verschiedene Farbe, Spaltungs-Verhältnisse, der Oligoklas durch

seine Zwillings-Reifung unterscheidend. Auerbach im Odenwald, Bonndorf, Lierbachthal, Münsterthal im Schwarzwald, in Ostbayern u. a. O. Nur selten fehlt der Orthoklas ganz: Todtmoos und Gropbach im Münsterthal im Schwarzwald nach **Fischer,** Adamspik auf Ceylon, nach **H. v. Hochstetter.**

Hornblende-Gneiss. Mit Glimmer zugleich oder häufig diesen ganz ersetzend erscheint Hornblende in schwarzen oder grünlichschwarzen nadelförmigen, blätterigen oder körnigen Partien. Die Individuen der Hornblende sind selten so parallel vertheilt, dass eine vollkommene Schiefer-Structur, mehr eine körnigstreifige hervorgeht. Bei der grossen Verbreitung von Hornblende-Gneissen seien nur einige Fundorte hervorgehoben: Altarberg bei Auerbach im Odenwald: Todtmoos, Schweighof im Schwarzwald; Aschaffenburg; Tirschenreuth u. a. O. in Ostbayern; Schweizer und Salzburger Alpen; Finnland, Westmanland in Schweden.

Talkgneiss (Arollagneiss). Der blätterige Bestandtheil dieses Gesteins ist der sog. Talkglimmer, d. h. ein dem Talk ähnlicher Glimmer von grüner bis gelblichgrüner Farbe und von talkartigem Glanz. Die Blättchen sind zu ausgedehnten, die Schieferabsonderungen ganz bedeckenden Ueberzügen vereinigt. Vorherrschendes Gestein in den Penninischen Alpen, die Hauptmasse des Matterhorns, Weisshorns, der Dent Blanche bildend.

Graphitgneiss. An die Stelle des meist ganz verschwundenen Glimmers tritt Graphit; zunächst nur in Lamellen und Schuppen, dann in Putzen und Streifen durch die Gneissmasse ziehend, dieselbe oft völlig imprägnirend und färbend. Sehr ausgezeichnet im Passauer Wald; Hausdorf und Vöttau in Mähren; Krumau in Böhmen; Brünn in Oesterreich; Gadernheim im Odenwald, Markirchen im Elsass, Tunaberg in Schweden.

Dichroitgneiss (Cordieritgneiss). Dies merkwürdige Gestein findet sich besonders ausgezeichnet in Ostbayern, bei Bodenmais, Passau u. a. O. Es besteht aus einem grünen Orthoklas, einem Plagioklas, schwarzem Biotit, Quarz und aus Dichroit; letzterer in rundlichen Körnern oder knolligen Partien von geflossenem Ansehen und grauer oder blauer Farbe. Die Dichroit-Körner sind oft mit glimmerartigen Schuppen überkleidet. Meist stellt sich noch rother Granat neben Dichroit ein. — Dichroitgneiss kommt ferner in Sachsen, bei Lunzenau, Rochsburg vor, besteht aus Orthoklas, Quarz, Biotit und blauem Dichroit; ebenso in Schlesien bei Schreiberhau und Kupferberg.

Accessorische Gemengtheile sind im Allgemeinen nicht häufig im Gneiss und es giebt oft ausgedehnte Gneiss-Gebiete, wie z. B. im Schwarzwald, im bayrischen Wald, wo man kaum accessorische Gemengtheile trifft. Zu den häufigeren dürften gehören: rother Granat, $\infty O . 2O_2$ oder ∞O, hauptsächlich in glimmerreichen Gneissen: St. Gotthard; Schneeberg in Sachsen, Kulm in Böhmen. Nur zuweilen stellt sich in manchen Gneissen rother Granat so reichlich ein, dass er gleichsam als ein wesentlicher oder vicarirender Gemengtheil auftritt. Dies ist z. B. an der Farbmühle bei Schenkenzell unfern Wittichen im Schwarzwald der Fall, wo ein Gestein in einem Felsen ansteht, welches aus Oligoklas, schwarzem Glimmer und rothem Granat besteht, der den Quarz zu ersetzen scheint. Dieses Gestein, welches unter dem Namen Kinzigit aufgeführt wurde, zeigt deutliche Uebergänge in einen gewöhnlichen Gneiss. Aehnliche an Granat reiche Gneisse finden sich bei Gadernheim im Odenwald, Bodenmais in Bayern, Cabo de Gata in Spanien. — Schwarzer Turmalin, Säulchen und Nadeln: Freiberg in Sachsen; Leoben, Steyermark; Aschaffenburg; im Dichroitgneiss der Gegend von Bodenmais, Kommotau in Böhmen u. a. O. — Epidot, besonders in den Hornblendegneissen: Fichtelgebirge, St. Gotthard, Schottland.

Chemische Zusammensetzung des Gneiss. Die Kenntniss der chemischen Constitution des Gneiss geht von Freiberg aus und gründet sich vorzugsweise auf die vortrefflichen Arbeiten **Scheerers.** Schon früher unterschied man im Erzgebirge in geologischer Beziehung zwei Hauptabänderungen von Gneiss: den grauen Gneiss und rothen Gneiss; der erstere aus grauem oder weissem Orthoklas, Quarz und viel dunklem Glimmer bestehend, der andere aus viel röthlichem Orthoklas, Quarz und wenig Glimmer. Diese beiden äusserlich verschiedenen Gneisse zeigten sich, wie aus **Scheerers** Analysen sich ergab, auch chemisch verschieden, indem die rothen Gneisse als sehr kieselsäurereiche Gesteine, die grauen als kieselsäureärmere Gesteine zu betrachten. **Scheerer** berechnete aus zahlreichen Analysen beider Gesteins-Typen für den rothen Gneis 75 bis 76% Kieselsäure, für den grauen 65 bis 66% Kieselsäure; oder, auf die einzelnen Bestandtheile berechnet, enthält der rothe Gneiss: 60 Orthoklas, 30 Quarz, 10 Glimmer, der graue Gneiss: 45 Orthoklas, 25 Quarz, 30 Glimmer. Zwischen diesen beiden Extremen stellte sich, nach späteren Analysen, noch eine Zwischenstufe heraus, welche **Scheerer** Mittelgneiss, **H. Müller** aber amphoterer Gneiss nannte. Er besitzt einen Kieselsäure-Gehalt von etwa 70%, und seine mineralogische Zusammensetzung dürfte sich auf: 58 Orthoklas, 25 Quarz, 17 Glimmer berechnen. — Auch die Gneisse des ostbayerischen Grenzgebirges sind nun chemisch näher untersucht und zahlreiche Analysen in **Gümbels** Werk[1]) mitgetheilt. **Gümbel** hebt aber als Resultat hervor: dass wenn auch eine so strenge Grenze eines Kieselsäuregehaltes verschiedener Gneissarten innerhalb bestimmter Grenzen, wie es im Erzgebirge der Fall, nicht bestehe, dennoch aus den Analysen zu erkennen ist, dass bei gewissen Gesteins-Varietäten des ostbayerischen Grenzgebirges bei gleichen oder ähnlichen petrographischen Eigenschaften auch eine ähnliche chemische Zusammensetzung mit den Gneiss-Varietäten des Erzgebirges besteht.

I. Rother Gneiss von Kleinschirma bei Freiberg; rother Orthoklas, weisser Oligoklas, graulicher Muscovit. II. Feinkörniger, sog. mittler Gneiss von Lengefeld. III. Grauer Gneiss von Freiberg; nach **Scheerer.** IV. Bunter (rother) Gneiss von Neuneigen bei Wernberg, bayer. Wald. V. Grauer Gneiss von Winzer, bayer. Wald, nach **Gümbel.** VI. Körnigstreifiger Gneiss, mit Biotit, Renchthal im Schwarzwald, nach **Nessler.**

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure . .	75,74	70,20	65,64	74,450	68,160	65,63
Titansäure . .	—	0,72	0,86	0,550	0,402	—
Thonerde . . .	13,25	14,04	14,98	9,262	11,220	21,92
Eisenoxyd . .	1,24	—	2,62	4,821	10,179	2,64
Eisenoxydul . .	0,72	6,84	3,50	0,050	0,810	2,12
Magnesia . . .	0,39	0,80	2,08	0,033	0,220	0,30
Kalkerde . . .	0,60	2,03	2,04	0,784	0,700	3,09
Natron	2,12	0,91	2,56	2,660	1,431	2,13
Kali	4,86	2,98	3,64	5,808	4,939	1,32
Manganoxydul .	0,08	—	0,18	—	—	—
Kies	—	—	—	0,832	0,133	—
Wasser	0,89	1,67	1,19	0,625	1,875	1,10
	99,89	100,19	99,28	99,875	100,069	100,25

[1]) Geognostische Beschreibung des Ostbayerischen Grenzgebirges oder des bayerischen und Oberpfälzer Waldgebirges.

VII. Dichroitgneiss von Lunzenau nach **Fikenscher.** VIII. Dichroitgneiss von Cham, Ostbayern, nach **Gümbel.**

	VII.	VIII.
Kieselsäure	64,44	56,14
Titansäure	1,70	0,41
Thonerde	18,18	18,13
Eisenoxyd	—	15,60
Eisenoxydul	6,24	2,30
Manganoxydul	0,58	Kies 0,13
Magnesia	2,98	—
Kalkerde	0,67	0,35
Natron	0,46	0,64
Kali	3,19	4,97
Wasser	2,10	1,25
	100,54	99,92

Verbreitung: sehr bedeutend; Erz- und Fichtelgebirge; in Ostbayern; im Schwarz- und Odenwald; Schweizer und Salzburger Alpen; Schottland, Scandinavien, Finnland.

2) Granulit.

(Syn. Weissstein. Leptinit, von λεπτος, dünn).

Fein- bis mittelkörniges Gemenge von Orthoklas und Quarz und rothem Granat von mehr oder weniger vollkommener Schiefer-Structur. In der meist vorwaltenden Masse des Orthoklas von weisser, gelblicher oder grauer Farbe liegt grauer oder röthlichgrauer Quarz in flachen Körnchen, Lamellen oder papierdünnen Lagen parallel vertheilt. Der Granat erscheint in Körnchen von der Grösse eines Stecknadelkopfes bis zu der einer Erbse. Auch die Granaten zeigen oft eine lagenweise Anordnung. — Neben dem Orthoklas tritt in manchen Granuliten noch Oligoklas als constanter Gemengtheil auf, wie im Bayerischen und Böhmer Wald.

Accessor. Gemength. Glimmer, von gelblichweisser oder brauner Farbe, findet sich bald häufiger, bald seltener; letzteres scheint namentlich in den typischen, an Granaten reichen Granuliten der Fall. Schwarzer Turmalin (Schörl) in kleinen Prismen oder feinen Nadeln scheint in manchen Granuliten gleichsam den Granat zu ersetzen (Schörlgranulit) oder er tritt zugleich mit diesem auf. Auch sind die Nadeln des Turmalin manchmal in parallelen Streifen vertheilt. — Solche Schörlgranulite finden sich im bayerischen Wald bei Zwiesel u. a. O., bei Siebitz u. a. O. im Böhmer Wald. — Disthen (Cyanit) ist in manchen Granuliten nicht selten, in kurzsäuligen Krystallen, scheint aber die Gesellschaft des Turmalin zu meiden: Penig, Sachsen; Böhmer Wald; Namiest, Mähren.

Chem. Zusammens. Die Granulite, als Orthoklas und Quarz enthaltende Gesteine, gehören zu den an Kieselsäure reichen. Am besten bekannt sind durch **Scheerers** Untersuchungen die sächsischen.

1) Granulit von Mittweida in Sachsen, graulichfleischroth mit feinen Granat-Punkten

(Scheerer). 2) Granulit von Rosswein, mit Granat **(Zirkel).** 3) Schörlgranulit, ohne Granat, von Zwiesel, Oberbayern **(Gümbel).** 4) Granulit, mit Granat, Insel Ahlön **(Kuhlberg).**

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	75,80	69,94	76,85	74,15
Thonerde	12,09	10,05	9,75	14,52
Eisenoxyd	—	—	2,90	0,85
Eisenoxydul	2,18	4,66	—	—
Magnesia	0,38	1,60	—	0,39
Kalkerde	1,45	2,41	0,70	0,64
Natron	2,72	3,30	1,72	3,23
Kali	4,27	5,94	6,14	6,55
Wasser	0,63	0,98	1,15	0,61
	99,52	98,88	100	100,94

Anmerk. Der Schörlgranulit enthält noch Borsäure und Fluor = 0,14, sowie 0,65 Titansäure.

Verbreitung: am bedeutendsten im sächs. Erzgebirge, in den Umgebungen von Penig, Waldheim u. a. O.; in Ostbayern bei Tirschenreuth und im Bärnauer Gebirge; in Böhmen, Mähren, in den Vogesen und im Ural.

3) Glimmerschiefer.

Schieferiges Gemenge von Glimmer und Quarz; je nachdem die miteinander abwechselnden Lagen beider Mineralien dünn oder dick sind, entstehen dünn- oder dickschieferige, durch das Vorwalten eines derselben die glimmer- oder quarzreichen Abänderungen. Je paralleler die Blättchen des Glimmers vertheilt, je reichlicher sie vorhanden, um so vollkommener wird Schiefer-Structur und Spaltbarkeit sein; aber um so weniger, wenn der Quarz anstatt in feinen, dünnen Lagen, in grösseren linsenförmigen Partien auftritt oder sogar zu vollständigen Wülsten anschwillt. Der Glimmer ist bald Muscovit, von weisser, grauer Farbe, bald Biotit: braun, schwärzlichbraun, schwarz. Gar nicht selten finden sich beide Glimmer zusammen. Oder es erscheint statt ihrer der Natronglimmer (Paragonit). Die Farbe des Glimmerschiefers wird durch den Glimmer bedingt und wird daher wenn es Muscovit hell, wenn es Biotit, dunkler sein. Treten beide Glimmer zugleich auf, so entstehen die gefleckten Glimmerschiefer. Der Natronglimmerschiefer ist gelblich bis graulichweiss.

Stellvertretende Gemengtheile. Ungleich seltener wie im Gneiss wird Glimmer durch ein anderes Mineral ersetzt.

Graphitschiefer oder Graphitglimmerschiefer entsteht, wenn der Glimmer entweder ganz oder theilweise durch Graphit vertreten wird. Die Farbe des Gesteins wird um so dunkler sein, je reichlicher der Graphit vorhanden; der weisse Quarz oft nur auf dem Querbruch zu erkennen. Schwarzenberg in Sachsen; Kaisersberg, Steyermark; Seidenbach, Odenwald; Huffiner, Wallis.

Accessorische Gemengtheile häufig und manche in schönen Krystallen. Unter ihnen der verbreitetste rother Eisenthongranat, dessen Form

gewöhnlich ∞O; Zillerthal in Tyrol; Kowald, Steyermark; Tillen- und Lindenberg in Böhmen; in Ostbayern vielorts, wie bei Waldsassen; Krems, Oesterreich; Airolo, Maggia u. a. O. in den Alpen. In manchen Glimmerschiefer-Gebieten tritt Granat mit solcher Gleichmässigkeit auf grosse Strecken hin auf, dass man ihn fast als wesentlichen Gemengtheil betrachten dürfte. Auch die Art seines Vorkommens verdient Erwähnung, dass manche Krystalle bis zu 2 Zoll Durchmesser erreichen, oder dass die Individuen bis zur Grösse eines Hirsekorns herabsinken, aber reichlich vorhanden sind. Manchmal liegen die Krystalle so dicht beisammen, dass die Glimmerschiefer einem Conglomerat von Granaten gleichen: Waldsassen in Ostbayern. Indessen giebt es auch Glimmerschiefer-Gebiete, denen der Granit fehlt; so in den Pyrenäen, denn **Zirkel** bemerkt, er habe ihn nie angetroffen. — Andalusit, in Prismen oder Stengeln, die oft mit Glimmer-Substanz überlagert: Waldenburg, Sachsen; Landeck, Schlesien; in Ostbayern bei Altmugl und am Düllen u. a. O.; Lisens, Tyrol; am Douce-Mountain in Irland; merkwürdige, durch Kohlenstoff gefärbte Andalusite am Pic du Midi, bei Barèges u. a. O. in den Pyrenäen. Turmalin, die Krystalle bisweilen von Glimmer umhüllt: Schwarzenberg, Sachsen; Zillerthal, Tyrol; am St. Gotthard. — Disthen, breitsäulige Krystalle, im Paragonitschiefer: Monte Campione bei Faido, Canton Tessin. — Staurolith, ebendaselbst, in den bekannten einfachen Krystallen oder schiefwinkligen Durchkreuzungszwillingen (rechtwinklige sind in der Schweiz selten), meist in Gesellschaft von Disthen, oft in eigenthümlicher Verwachsung mit diesem. Zuweilen sind Disthen-Krystalle mit ihren breiten Flächen bei paralleler Stellung der Hauptaxen an die Brachypinakoid-Fläche der Staurolithe angewachsen, oder Staurolith-Krystalle sind in dieser Stellung durch einen Disthen in zwei Hälften getrennt. Der Staurolith findet sich ferner in grossen Krystallen: Guimper, Bretagne. — Smaragd: kleine Krystalle, Habachthal im Salzburgischen; schöne und grosse Prismen bei Katharinenburg im Ural.

Chemische Zusammensetzung. Bis jetzt wurden nur wenige Glimmerschiefer untersucht. Es seien hier angeführt:

1) Glimmerschiefer vom Monte Rosa, quarzreich **(Zulkowsky).** 2) Glimmerschiefer, körnig-schuppig, von Brixen in Tyrol **(Schönfeld).** 3) Glimmerschiefer, viel gelblichweisser und noch schwarzbrauner Glimmer, Wechselburg, Sachsen **(Fikenscher).** 4) Glimmerschiefer, mit weissem und schwarzem Glimmer, Insel Ahlön **(Kuhlberg).** 5) Natronglimmerschiefer vom St. Gotthard **(Rammelsberg).**

	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselsäure . . .	82,38	69,45	65,13	61,23	46,81
Titansäure . . .	—	—	1,54	—	—
Thonerde	11,85	14,24	18,16	16,52	40,06
Eisenoxyd . . .	—	—	—	4,11	—
Eisenoxydul . . .	2,28	6,54	5,27	7,06	—
Manganoxydul . .	—	—	0,51	—	—
Magnesia	7,05	1,35	2,70	3,69	0,65
Kalkerde	—	2,66	0,32	3,85	1,26
Natron	0,38	4,02	0,53	1,83	6,40
Kali	0,83	2,52	2,99	1,24	—
Wasser	0,77	0,52	3,73	0,45	4,82
	99,68	101,30	100,88	99,98	100

Anmerkung. Der Glimmerschiefer vom Monte Rosa enthielt noch 0,19 Schwefelantimon.

Verbreitung des Glimmerschiefer sehr bedeutend: im Erz- und Riesengebirge, in den Sudeten, in den Schweizer, Tyroler, Salzburger Alpen, in Schottland, in den Pyrenäen und in der Sierra Nevada in Spanien, in Skandinavien, im Ural, in Nordamerika.

4) Kalkglimmerschiefer.

In einem körnigen Gemenge von Quarz und Kalk liegen Blätter oder Schuppen von weissem Muscovit und bedingen durch ihre parallele Vertheilung eine mehr oder weniger vollkommene Schiefer-Structur. Braust mit Säure stark auf.

Chem. Zus. eines Kalkglimmerschiefers von Prettau in Tyrol nach **A. v. Hubert:** 48,00 Kieselsäure, 13,53 Thonerde, 22,67 kohlensaurer Kalk, 3,20 kohlensaure Magnesia, 4,87 Eisenoxyd, 2,67 Manganoxydoxydul, 2,00 Kali, 1,07 Natron, 1,73 Wasser. S. = 99.

In den Savoyer Alpen sehr verbreitet, Mont Cenis, am Mont Blanc; im Tauern am Gross-Glockner; in den Kärnthner und Salzburger Alpen.

5) Urthonschiefer.

Unter der Benennung Urthonschiefer fasst man Gesteine von sehr vollkommener Schiefer-Structur zusammen. Sie lassen sich noch in zwei Abtheilungen bringen, nämlich solche, deren Beschaffenheit keine ganz kryptokrystallinische, vielmehr eine mikrokrystallinische, indem man erkennt, dass es keine gleichartigen, sondern gemengte Gesteine sind, an deren Zusammensetzung sich vorwaltend glimmerartige Mineralien betheiligen und die auf den Spaltungs-Flächen den glimmerartigen Glanz zeigen: es sind dies die sog. Thonglimmerschiefer, Glimmerthonschiefer oder Phyllite. Der zweiten Abtheilung gehören die kryptokrystallinischen Thonschiefer an, die als vollkommen dichte Gesteine erscheinen und die nur schimmernd oder matt auf den Spaltungs-Flächen. Die chemische und mikroskopische Untersuchung der Urthonschiefer hat ergeben, dass sie vorwaltend aus Quarz und einem der Glimmer-Gruppe angehörigen Mineral bestehen, denen sich meist noch ein chloritisches Mineral beigesellt. Die Farbe ist bei den Thonglimmerschiefern eine lichtere, graue oder grünlichgraue, verbunden mit dem bereits erwähnten seidenartigen Glanz; bei den andern meist eine dunklere, graue bis schwärzlichgrüne, ins Schwarze. Sie schmelzen v. d. L. meist schwierig und werden durch Salzsäure in einen löslichen und unlöslichen Theil geschieden.

Accessor. Gemength. Es kommen in den Urthonschiefern einige Mineralien als Beimengungen vor, welche durch ihr analoges Auftreten in verschiedenen Gegenden zur Aufstellung bestimmter Abänderungen Veranlassung gegeben haben. Die wichtigsten derselben sind folgende.

Chiastolithschiefer. Krystalle von Chiastolith stellen sich, bald mehr bald weniger reichlich eingewachsen ein und zwar vorzugsweise in den kryptokrystallinischen,

dunkelfarbigen Urthonschiefern. Im ostbayerischen Grenzgebirge überaus häufig, besonders in der Gegend von Grossensees und Fuchsmühl. Die Krystalle erreichen weder bedeutende Grösse noch gute Ausbildung, lassen aber auf dem Querbruch das charakteristische dunkelfarbige Kreuz erkennen. In Sachsen bei Strehla und Leuben, besonders aber in der Bretagne, bei Rochefort, Salles de Rohan u. a. und noch ausgezeichneter aber in den Pyrenäen; hier zumal im Héasthale, beim Weiler Pradviel am oberen Gehänge des Luchonthales; in der nach Port de la Paz führenden Schlucht, nach **Zirkel,** 6 bis 8 Zoll lange Krystalle. In Massachusetts bei Lancaster und Sterling.

Andalusitschiefer. Säulenförmige Kryställchen, im Querbruch rhombische Form aber nicht das charakteristische Kreuz des Chiastolith zeigend: Grossensees u. a. O. in Ostbayern. In Knoten von schwarzer Farbe, äusserlich oft mit Glimmer verwachsen, der auch in das Innere eindringt; in den Pyrenäen, am Pic du Midi de Bigorre u. a. O.

Ottrelitschiefer. Sechsseitige, fast rundliche Täfelchen von Ottrelit liegen oft in Menge in schwärzlichgrünem Urthonschiefer: bei Grünberg unfern Brand, Ebnath, Frankenreuth in Ostbayern; bei Ottrez unfern Stavelot in den Ardennen; im Ossauthal in den Pyrenäen; Billingham in Massachusetts.

Schörlschiefer. Kleine Turmalin-Krystalle und Nadeln, bald sich so anhäufend, dass die übrigen Gemengtheile ausser Quarz völlig verschwinden, bald sich in die Schiefermasse verlierend. Besonders bei Tirschnitz und Albenreuth, Ostbayern.

Fleckschiefer nennt man gewisse Urthonschiefer, denen zahlreiche, rundliche, dunkler gefärbte aber nicht scharf abgegrenzte Partien eines glimmer- oder chloritartigen Minerals ein geflecktes Ansehen verleihen. Knotenschiefer heissen diejenigen Urthonschiefer, in denen walzenförmige Concretionen von dunkler Farbe eingewachsen, die auf den Spaltungs-Flächen in der Form kleiner Knoten hervorragen. Erinnern derartige Concretionen an Fruchtkörner oder Garben, so pflegt man die Schiefer auch als Fruchtschiefer oder Garbenschiefer zu bezeichnen. — Solche Gesteine kommen in verschiedenen Gegenden unter analogen Verhältnissen vor; so bei Lengefeld und in den Umgebungen von Lunzenau in Sachsen; in Ostbayern, bei Tirschnitz, Neualbenreuth, Grossensees u. a. O.; in den Pyrenäen.

Accessorische Bestandmassen. Als für viele Urthonschiefer charakteristisch ist das Auftreten von weissem Quarz in Adern und Schnüren zu erwähnen.

Parallelfaltung nennt man die ebenfalls für viele Urthonschiefer bezeichnende Erscheinung, wenn deren Flächen viele — den Falten in Kleidern zu vergleichende — parallel laufende schmale Vertiefungen und Erhöhungen zeigen.

Chemische Zusammensetzung. Die Analysen der Urthonschiefer verdienen um so mehr Beachtung, weil sie über die mineralogische Zusammensetzung dieser, theils mikro-, theils kryptokrystallinischen Gesteine weitere Aufschlüsse gewähren. Insbesondere sind es die merkwürdigen Chiastolithschiefer, Knotenschiefer u. s. w., die sorgfältig untersucht wurden. Ohne dem vorzugreifen was später, im geologischen Abschnitt, weiter erörtert werden soll, sei hier nur bemerkt, dass diese Gesteine aus einer eigenthümlichen Umwandlung hervorgegangen sind, daher sie auch als „metamorphische" bezeichnet werden.

1) Urthonschiefer von Deville in den Ardennen, nach **Sauvage.** 2) Urthonschiefer von Lengefeld in Sachsen, nach **Carius.** 3) Urthonschiefer von Penna und 4) von Wechselburg in Sachsen, nach **Fikenscher.** 5) Knotenschiefer von Waldsassen und 6) Glimmerthonschiefer von Wernersreuth, Oberbayern, nach **Gümbel.**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kieselsäure . .	67,38	59,385	64,87	67,70	67,900	62,826
Thonerde . . .	18,22	22,069	18,37	17,07	16,183	22,440
Eisenoxyd . . .	1,02	—	0,84	—	4,006	—
Eisenoxydul . .	4,71	6,816	5,37	5,41	2,890	4,320
Manganoxydul .	0,30	0,273	0,49	0,30	0,811	—
Magnesia . . .	3,98	3,608	2,22	2,10	0,316	—
Kalkerde . . .	—	0,236	—	0,47	—	—
Natron	—	2,109	0,62	0,40	3,111	5,512
Kali	2,65	3,849	3,01	2,89	0,567	2,740
Wasser	—	3,471	4,20	2,60	1,800	0,900
Verlust	1,74	—	Titansäure 1,63	1,22	2,500	0,700
	99,70	101,816	101,62	99,86	100,084	99,438

7) Glimmerthonschiefer von Superbagneres. 8) Knotenschiefer vom Pic du Midi de Bigorre. 9) Fruchtschiefer vom Lac d'Oo. 10) Concretionen aus diesem. Sämmtlich aus dem Urthonschiefer-Gebiet der Pyrenäen, nach **Fuchs.**

	7.	8.	9.	10.
Kieselsäure . . .	64,43	53,17	60,91	58,97
Thonerde	18,45	26,54	21,85	23,96
Eisenoxyd	5,02	4,14	4,81	4,14
Eisenoxydul . . .	2,70	4,61	4,05	5,61
Magnesia	0,66	2,35	1,32	0,61
Kalkerde	2,86	3,73	0,92	0,30
Natron	1,60	0,28	0,37	0,25
Kali	2,40	2,96	1,96	1,22
Kohlensäure . . .	—	0,15	—	—
Schwefelsäure . .	—	—	0,09	—
Phosphorsäure . .	—	—	0,01	—
Wasser	2,49	1,91	3,22	4,12
	100,61	99,84	99,51	99,18

Obige Bauschanalysen geben nur einen allgemeinen Begriff von der chemischen Constitution der Urthonschiefer. Genauere Einsicht gewähren die vergleichenden Analysen der durch Salzsäure zersetzbaren und nicht löslichen Antheile, worüber bereits sehr eingehende Untersuchungen vorhanden. Die Hauptresultate derselben für einige der wichtigsten Urthonschiefer-Gebiete sind folgende.

Die Thonglimmerschiefer oder Urthonschiefer der Ardennen bestehen, nach **Sauvage,** aus einem durch Schwefelsäure zersetzbaren glimmerartigen, einem durch Salzsäure zersetzbaren chloritartigen Mineral und aus Quarz. Der glimmerartige Bestandtheil (welcher durch Schwefelsäure zersetzbar) tritt in Form feiner Blättchen auf und macht etwa 30 bis 50% aus. Der chloritartige Gemengtheil, welcher als feiner Staub und färbender Stoff erscheint, macht ungefähr 10 bis 20% aus. Die Menge des Quarz beträgt 30 bis 50%.

Die Urthonschiefer des ostbayerischen Grenzgebirges bestehen nach **Gümbel** wesentlich aus drei verschiedenen Gemengtheilen, nämlich 1) aus Chlorit oder einem dem Chlorit ähnlichen Mineral; 2) aus einem gewässerten Thonerdesilicat und 3) aus Quarz. Der erste dieser Gemengtheile ist ein an Eisenoxydul reicher

Chlorit, welchen **Gümbel** als Phyllochlorit bezeichnet; er dürfte etwa 25% des Ganzen ausmachen. Der zweite Gemengtheil, welcher in feinen, seidenartig glänzenden Blättchen erscheint und den glimmerartigen Glanz vieler Urthonschiefer bedingt, hat mit Magnesiaglimmer die Löslichkeit in Schwefelsäure gemein, ohne dessen Zusammensetzung zu besitzen.

Die Urthonschiefer in der Umgebung von Lunzenau in Sachsen wurden von **Fikenscher** sehr eingehend untersucht. Der Urthonschiefer von Penna (Nr. 3 oben) besteht aus 36% Damourit, 21% Delessit, 40% Quarz und 3% Titaneisen. Der Garbenschiefer von Wechselburg enthält 26% eines körnig-schuppigen Minerals, 40% eines damouritartigen Minerals, 30% Quarz und 4% Titaneisen. Wesentlicher Gemengtheil sind viele flach linsenförmige, im Querbruch lanzettförmig erscheinende Partien eines glimmerartigen Minerals, welches **Fikenscher** als Plagiophyllit bezeichnet. Dies nach der Lage seiner Spaltungs-Fläche benannte Mineral steht dem Magnesiaglimmer oder Chlorit nahe und ist in Salzsäure löslich. Die garbenförmigen Concretionen bestehen, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, aus gelblichbraunen Blättchen von Plagiophyllit, aus wasserhellen Blättchen von Pyrophyllit (wasserhaltiges Thonerdesilicat), Hercynit (Magnesia-Eisenoxydul-Thonerde) und Titaneisen. Es zerfallen die garbenförmigen Concretionen in 80,65% durch Salzsäure Lösliches (Plagiophyllit) und 19,35% Unlösliches und bestehen aus 78,19 Plagiophyllit, 16,88 Pyrophyllit, 1,47 Hercynit und 3,46 Titaneisen. — **Stelzner** hat neuerdings gezeigt, dass die garbenförmigen Concretionen als Anfänge einer, in ihrer Entwickelung unterbrochenen Staurolith-Bildung zu betrachten sind; denn in denjenigen Schiefern, in welchen die Garben am Schönsten ausgebildet sind, vermag man bereits sechseckige Querschnitte zu erkennen, die mit der bekannten säulenförmigen Combination des Stauroliths gut vereinbar sind; in noch anderen konnten scharf ausgebildete und unzweifelhafte Staurolith-Krystalle, z. Th. in den charakteristischen, schiefwinkeligen Durchkreuzungs-Zwillingen nachgewiesen werden.

Bereits 1855 hat **Carius** nachgewiesen, dass die Fruchtschiefer und ähnliche Gesteine der Gegend von Lengefeld in Sachsen sich chemisch nicht von den nachbarlichen Urthonschiefern unterscheiden; dass ihre äusserliche Verschiedenheit auf einer inneren Umkrystallisirung beruhe. Diese wichtigen Resultate wurden neuerdings (1870) von **Fuchs** für die analogen Gesteine in den Pyrenäen durch gründliche Untersuchungen bestätigt; auch hier erfolgte eine Umwandelung ohne chemische Veränderung; die Knoten- und Chiastolith-Schiefer entstehen nur durch molekulare Umlagerung aus dem Thonschiefer.

Verbreitung. Die Urthonschiefer finden sich namentlich im Erzgebirge von Sachsen und Böhmen; in Ostbayern, in Mähren und Schlesien; in den Ardennen, Alpen und Pyrenäen; in Schottland, Irland, Norwegen.

B. Granit-Gesteine.

Als wesentliche Gemengtheile treten hauptsächlich auf: aus der Feldspath-Gruppe: Orthoklas und Oligoklas; Quarz; die Glimmer; Hornblende. Die Structur ist vorwaltend eine körnige.

1) Granit.

Körniges Gemenge von Orthoklas, meist auch noch Oligoklas,

Quarz und Glimmer. Der Orthoklas findet sich in Krystallen, einfachen und Karlsbader Zwillingen, in krystallinischen Körnern und Blättchen. Farbe: röthlichweiss bis fleischroth, graulichweiss bis grau, gelblichweiss bis gelb, selten grün; so z. B. am Ilmensee, am Julier in Graubündten. Oligoklas stellt sich nicht selten neben dem Orthoklas, bald in geringer, bald in grösserer Menge ein und wird durch seine Zwillings-Reifung charakterisirt; weiss, häufiger graulich oder grünlich, auch röthlichgrau, meist etwas trüb. Zuweilen umgibt Oligoklas den Orthoklas als zarte Rinde mit paralleler Lage der zweiten Spaltungs-Flächen beider Feldspathe, die sich durch verschiedene Farben unterscheiden. Dies ist z. B. an schlesischen, finnländer, egyptischen Graniten sehr schön wahrzunehmen. Albit bildet, nach **Haughton**, neben Orthoklas, einen wesentlichen Gemengtheil der Granite im Mourne-Gebirge, in Leinster, Cornwall und Schottland. — Der Quarz stellt sich gewöhnlich in eckigen Körnern ein und nur ausnahmsweise in Krystallen (Pyramide, meist mit untergeordneten Prismen-Flächen): Buchholz und Bärenburg in Sachsen; Hirschberg in Schlesien; Aha und Lütschenbach bei Kandern im Schwarzwald; Flockenbach im Odenwald; St. Pardoux in Auvergne; bei Itu in der südbrasilianischen Hochebene. Die Farbe des Quarz graulichweiss, grau, auch bläulich: Rumburg in Sachsen, am M. Rosa; grünlich am Faulenfirst im Schwarzwald; röthlich Grafenhausen im Schwarzwald; Jägernthal in den Vogesen. Der Glimmer in Tafeln, Blättchen und Schuppen, regellos zwischen dem körnigen Gemenge von Orthoklas und Quarz vertheilt, ist am häufigsten Muscovit von weisser, silberweisser, grauer Farbe, die aber bei Verwitterung ins Gelbliche und Braune übergeht. In manchen Graniten und Gneissen kommt ein blassgrüner, feinschuppiger, dem Talk sehr ähnlicher Glimmer vor, welcher viele sog. Talkgranite oder Protogyne der Schweizer Centralalpen charakterisirt, der Talkglimmer wie ihn **Albr. Müller** nennt. Biotit, nicht minder häufig, braun, schwarz. Oft treten beide Glimmer-Species zusammen auf, bald der eine, bald der andere vorwaltend; auch lassen sich eigenthümliche Verwachsungen derselben beobachten, indem ihre Spaltungs-Flächen zusammenfallen; so z. B. bei Schönberg in Sachsen; Tirschenreuth in Ostbayern. Zuweilen stellt sich, aber nur als lokales Vorkommen, der Lithionglimmer ein, besonders in sog. Turmalin-Graniten. Penig, Sachsen; Rozna, Mähren; St. Piero auf Elba; Mursinsk, Ural; Chesterfield, Massachusetts; Paris, Maine.

Die Farbe der Granite wird durch den gewöhnlich vorwaltenden Orthoklas bedingt und ist daher besonders eine weisse, graue, fleischrothe, seltener eine grüne.

Bei dem Granit werden verschiedene Abänderungen unterschieden und zum Theil

mit besonderen Namen belegt; sie sind entweder durch Modificationen in der körnigen Structur oder in der mineralogischen Zusammensetzung bedingt.

Abänderungen durch die Structur.

Fein- und kleinkörniger Granit. Die Gemengtheile unter Erbsengrösse bis zum Durchmesser eines Senfkornes, doch nie so klein, dass sie nicht zu erkennen wären. Solche Granite finden sich häufig, ohne jedoch grosse Flächenräume einzunehmen und sind meist von grauen oder fleischrothen Farben. Karlsbad und Marienbad in Böhmen, Riesengebirge, Thüringer Wald, bei Heidelberg, Schwarzwald, Cornwall.

Mittelkörniger Granit. Die krystallinischen Individuen zwischen Hirsekorn- bis Erbsengrösse; derartige Granite zeigen sich oft, mit ungemeiner Gleichmässigkeit im Korn, über ansehnliche Flächenräume verbreitet, ja sind in manchen Gebirgen die herrschenden Gesteine. Mittelkörnige Granite lassen sich z. B. im Schwarzwald mit ziemlich gleichbleibenden Charakteren von Geroldsau bis zum Schluchsee verfolgen.

Grob- und grosskörniger Granit. Die Bestandtheile erlangen oft ansehnliche Dimensionen; Feldspath und Quarz bis zu kopfgrossen Partien; Glimmer bald in grossen Tafeln, bald zu ansehnlichen Nestern angehäuft. Diese Granite werden auch als Pegmatite bezeichnet. Sie enthalten vorwaltend Orthoklas, meist Muscovit. Obwohl nie grössere Gebiete zusammensetzend, sind sie ungemein häufig und ausgezeichnet wegen ihres Reichthums an accessorischen Gemengtheilen, wodurch sie alle übrigen Granit-Abänderungen übertreffen.

Schriftgranit hat man gewisse aus vorwaltendem Orthoklas bestehende Granite genannt, deren Masse von vielen, in paralleler Stellung befindlichen, langgestreckten Quarz-Individuen durchwachsen ist und auf dem Querbruch betrachtet, eine Aehnlichkeit mit arabischer Schrift zeigt, welche, je zierlicher die Quarz-Individuen, um so vollkommener. Doch erreichen letztere auch Zollgrösse und darüber. Die Schriftgranite treten stets nur als untergeordnete Bildungen auf: Bodenmais und Aschaffenburg in Bayern, am Ehrenberg bei Ilmenau, Schleitzbachthal bei Tharand, Auerbach und Weinheim an der Bergstrasse, Portsoy in Schottland, sehr ausgezeichnet bei Mursinsk u. a. O. im Ural.

Porphyrartiger Granit. In der meist kleinkörnigen Granitmasse liegen Krystalle von Orthoklas, einfache und Zwillinge, oft durch Schönheit und Grösse ausgezeichnet, doch meist mit rauhen Flächen. Karlsbad und am Koppenstein unfern Petschau, Elbogen in Böhmen; Ochsenkopf im Fichtelgebirge, Tirschenreuth in Ostbayern; Lomnitz, Schlesien; Heidelberg; Schönmünzach u. a. O. im Schwarzwald; Mournegebirge in Irland; Elba; am Port d'Oo in den Pyrenäen; bis zu 6 Zoll lange Krystalle. — Gar nicht selten gesellen sich in porphyrartigen Graniten den grossen Orthoklas-Krystallen kleine von Oligoklas bei; so z. B. sehr schön im Albthal im Schwarzwald.

Abänderungen durch die Zusammensetzung.

Granitit. Besteht aus vorwaltendem weissem oder grauem Oligoklas, fleischrothem Orthoklas, etwas Quarz und Schuppen von schwarzem Biotit. Mittel- bis kleinkörnig. Baveno; Brixen in Tyrol; Schlesien; Brocken im Harz; Ilmenau u. a. O. in Thüringen.

Dichroitgranit (Cordieritgranit). Der Glimmer gänzlich oder theilweise durch Dichroit ersetzt, enthält oft grünen Oligoklas. Bodenmais und Passau in Ostbayern, Abo in Finnland, Twedestrand, Norwegen.

Graphitgranit, nicht häufig; Seidenbach im Odenwald, in den Pyrenäen bei Mendionde u. a. O.

Eisenglimmergranit. In einem gewöhnlich etwas zersetzten oft stark fleischroth gefärbten Granit wird der Glimmer durch Eisenglimmer ersetzt: Dorf Fichtelberg und bei Floss in Ostbayern.

Accessorische Gemengtheile enthält der Granit in Menge; zu den häufigeren gehören: schwarzer Turmalin, der in vielen Granit-Gebieten so verbreitet, dass er fast die Rolle eines wesentlichen Gemengtheiles spielt und man von einem Turmalin- oder Schörlgranit sprechen kann. Der Glimmer in solchen Schörlgraniten ist meist silberweisser Muscovit; sehr ausgezeichnet in Ostbayern, am Hörlberg bei Bodenmais, um Rabenstein und Zwiesel, bisweilen Krystalle von 1 Fuss Länge und 1/4 Zoll Dicke, hier auch an beiden Enden ausgebildete Krystalle; zerbrochene, durch Quarz wieder verkittete Krystalle. Aschaffenburg, auch hier verkittete Krystalle. Penig u. a. O. in Sachsen; Karlsbad, Engelhaus in Böhmen, Marschendorf, Mähren; Heidelberg; Predazzo in Tyrol; besonders aber um S. Piero auf Elba, bis zollgrosse Krystalle, aber keine an beiden Enden ausgebildete. In den Graniten Cornwalls, wo Turmalin sehr häufig, stellt er sich nach **Henwood** manchmal auch in vereinzelten Sphäroiden ein. Auch rother Turmalin findet sich sehr schön in Granit und als sein Begleiter zuweilen Lithionglimmer: Penig, Sachsen; Hradisko, Mähren; zumal aber bei St. Piero auf Elba. Sie sind, nach **G. vom Rath,** viel flächenreicher als die schwarzen, auch manchmal an beiden Enden ausgebildet; Mursinsk u. a. O. im Ural, Paris, Maine, Goshen, Massachusetts. — Rother Granat ist ebenfalls sehr häufig; zeigt $_2O_2$ oder $_2O_2 . \infty O$, und ist Manganthon- oder Eisenthongranat: Michelbach bei Aschaffenburg, am Hörlberg und bei Bodenmais in Bayern; Abo in Finnland; im Mourne-Gebirge; Alabaschka, Ural; Haddam, Connecticut. — Andalusit: Zwiesel, Herzogsau, Bodenmais; Penig, Sachsen. — Beryll, sehr schön in ansehnlichen Prismen, oft aber mit rauhen Flächen, manchmal zerbrochen, verbogen und durch Quarzmasse wieder verkittet; die Flächen der Berylle oft mit weissem Glimmer überlegt: Rabenstein, Tirschenreuth in Ostbayern; Langenbielau, Schlesien; Marschendorf, Mähren; Limoges in Frankreich; St. Piero auf Elba, hier wasserhelle Krystalle mit glatten Flächen; Mourne-Gebirge; Alabaschka u. a. O. im Ural; zerbrochene, durch Quarz verkittete Krystalle: Royalstone, Massachusetts; Haddam, Connecticut. — Pinit, prismatische Krystalle: Buchholz, Sachsen; Bodenmais; St. Pardoux in der Auvergne. — Orthit; dies sonst nicht häufige Mineral ist für Granite sehr bezeichnend, namentlich für Oligoklas führende; so bei Skepsholmen unfern Stockholm; Finbo, Ytterby in Schweden; Ilmenau, Thüringen; Radauthal im Harz, zugleich mit Gadolinit; Mühlberg bei Striegau in Schlesien; Auerbach und Weinheim an der Bergstrasse. Die schwarzen, krystallinischen Individuen des Orthit besitzen oft eine Eigenthümlichkeit, die zu ihrer Erkennung beitragen kann: der feldspathigen Masse, in welcher sie eingewachsen, in ihrer unmittelbaren Umgebung eine gelblichbraune Färbung zu ertheilen. — Titanit, in dem Typus der eingewachsenen Krystalle, scheint vorzugsweise in oligoklasreichen Graniten zu Hause: Auerbach im Odenwald; Ilmenau, Thüringen; sehr häufig um Anagarry u. a. O. in Donegal, Irland, besonders da wo die Granite an das Kalkstein-Gebiet grenzen.

Die Drusenräume im Granit verdienen besondere Erwähnung, weil in ihnen manche interessante Erscheinung zu beobachten. Die wesentlichen Gemengtheile des Granit finden sich hier, zumal Orthoklas und Quarz, in schönen Krystallen. Dem Orthoklas gesellt sich öfter der sonst als Bestandtheil von Graniten

so seltene Albit bei und zwar bald mit jenem die Drusenräume auskleidend, bald sind Albite in ganz eigenthümlicher Weise auf den Prismen-Flächen der grösseren Orthoklase aufgewachsen, wie dies in Schlesien, bei Piero auf Elba der Fall. — Topas kommt in in Drusenräumen des Granit in schönen Krystallen vor vom Typus $\infty P . \infty P\breve{2} . 2P\breve{\infty} . P$; so bei Mursinsk im Ural und im Mourne-Gebirge in Irland.

Chemische Zusammensetzung. Von keinem der älteren krystallinischen Silicatgesteine besitzen wir so zahlreiche Analysen, wie vom Granit; führt doch **Roth** (einschliesslich der verwitterten) 136 auf. Im Allgemeinen entspricht die Zusammensetzung der Granite jener der Gneisse. Der Kieselsäure-Gehalt wechselt auch hier zwischen 75% und 65%, sinkt bei glimmerreichen Graniten auf 62%, kann zuweilen auf 80% steigen. — Granite aus den verschiedensten Gegenden zeigen oft eine merkwürdige mineralogische und chemische Uebereinstimmung. Hingegen besitzen aber auch Granite des nämlichen Gebietes auffallende Differenzen. Während z. B. nach **Fuchs** der Kieselsäure-Gehalt der Granite des Harzes zwischen 72 und 77% schwankt, ist es hauptsächlich der Granit der Brocken-Gruppe, wo Kieselsäure und Alkalien so auffallend variiren. — Bei den von **Kuhlberg** untersuchten Graniten der Insel Ahlön ist das Maximum des Kieselsäure-Gehaltes 75%, das Minimum 65%. — Um die mineralogische und chemische Kenntniss der britischen Granite hat sich **Haughton** grosse Verdienste erworben: er untersuchte während einer Reihe von Jahren die Granite von Donegal, von Cornwall, Devonshire und Mourne, sowie von Schottland aufs Sorgfältigste. Von den Resultaten, zu welchen er gelangte, seien nur einige hervorgehoben. Die Granite von Donegal enthalten als wesentliche Gemengtheile Orthoklas, Oligoklas, Quarz, schwarzen Glimmer; zuweilen noch weissen Glimmer und Hornblende. Für einen der charakteristischen Granite, von Doocharry Bridge (vergl. Nr. 11), berechnet **Haughton** die mittlere mineralogische Zusammensetzung aus: 24,33 Orthoklas, 44,88 Oligoklas, 30,63 Quarz und 3,16 schwarzen Glimmer. Die Granite von Leinster und Mourne, von Cornwall und Devon enthalten neben Orthoklas noch Albit und meist zweierlei Glimmer.

1) Granit vom Brocken im Harz, mit viel Orthoklas und wenig Oligoklas, nach **Fuchs.** 2) Granit von Warmbrunn in Schlesien, sog. Granitit, nach **Thaer.** 3) Grobkörniger, sog. Krystallgranit von Tirschenreuth, nach **Gümbel.** 4) Porphyrartiger Granit von Karlsbad, nach **Scheerer.** 5) Porphyrartiger Granit von Heidelberg, nach **König.**

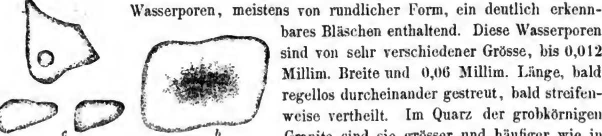
	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselsäure	73,71	70,09	75,45	73,23	72,47
Titansäure	—	—	1,01	—	—
Thonerde	13,46	15,44	9,94	15,47	16,23
Eisenoxyd	2,20	6,13	{ 6,54	—	3,42
Eisenoxydul	—	—		3,34	—
Magnesia	1,93	—	{ 0,35	0,24	—
Kalkerde	1,15	1,20		0,80	1,83
Natron	2,60	3,27	1,10	1,70	2,34
Kali	4,59	4,19	5,46	4,38	3,40
Wasser	1,12	—	—	0,65	1,06
	100,76	100,32	99,85	99,81	100,75

6) Porphyarartiger Granit von Elba, nach **Bunsen.** 7) Granitit von Baveno, nach **Bunsen.** 8) Pyrenäengranit, mittelkörnig, weisser Orthoklas vorwaltend und 9) Luchon-

granit (Pegmatit) aus den Pyrenäen, nach **Zirkel.** 10) Finnländer Granit von Pyterlaks, Oligoklas den Orthoklas umsäumend, nach **Struve.** 11) Irländer Granit, von Doocharry Bridge, mittelkörnig, nach **Haughton.** 12) Egyptischer Granit von Syene, mit Orthoklas und Oligoklas, nach **Scheerer.**

	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Kieselsäure . . .	67,49	74,82	64,56	74,68	75,06	72,24	69,95
Titansäure . . .	—	—	—	—	0,36	—	0,95
Thonerde . . .	17,33	16,14	17,93	14,20	11,70	14,92	13,32
Eisenoxyd . . .	—	—	—	—	1,04	1,63	—
Eisenoxydul . .	3,46	1,52	6,78	2,73	1,57	0,23	4,90
Manganoxydul . .	—	—	—	—	—	0,32	—
Magnesia . . .	1,17	0,47	1,59	0,26	0,19	0,36	0,66
Kalkerde	1,68	1,68	5,65	4,05	1,01	1,68	1,79
Natron	2,73	6,12	3,20	4,26	2,56	3,51	3,31
Kali	5,24	3,55	1,21	1,13	6,25	5,10	3,47
Wasser	—	—	—	—	0,63	—	1,27
Glühverlust . .	2,14	—	1,69	1,26	—	—	—
	101,24	104,30	100,92	100,31	100,37	99,99	99,62

Mikroskopische Untersuchungen der Granite haben besonders **Sorby** und **Zirkel** angestellt und sehr merkwürdige Resultate erhalten. Der Quarz umschliesst in Menge kleine, mit einer Flüssigkeit erfüllte Hohlräume, sog. Wasserporen, meistens von rundlicher Form, ein deutlich erkennbares Bläschen enthaltend. Diese Wasserporen sind von sehr verschiedener Grösse, bis 0,012 Millim. Breite und 0,06 Millim. Länge, bald regellos durcheinander gestreut, bald streifenweise vertheilt. Im Quarz der grobkörnigen Granite sind sie grösser und häufiger wie in den feinkörnigen (*a*). Es giebt Stellen in ersteren, wo im Quarz auf den Raum von 0,01 Quadr.-Mm. 250 unterscheidbare Wasserporen zu zählen. Was die Natur der Flüssigkeits-Einschlüsse betrifft, so haben die merkwürdigen Versuche von **Vogelsang** und **Geisler** 1869 nachgewiesen, dass es in manchen Fällen liquide Kohlensäure, wie z. B. im Granit von Angrushmore in Irland. In anderen Fällen bestehen die Flüssigkeits-Einschlüsse aus Wasser und Kohlensäure. — Die Quarze in Graniten beherbergen ferner sog. Glasporen, d. h. kleine Antheile des geschmolzenen Gesteins, aus dem der Quarz ausgeschieden ward. Die Glasporen enthalten, wie die Wasserporen Bläschen, oft mehrere, die aber unbeweglich, während die in jenen beweglich (*b*). Endlich kommen in dem Quarz noch Gas- oder Dampfporen vor, kleine durch Dämpfe gebildete Hohlräume, die sich durch einen besonders breiten Rand auszeichnen (*c*). — Es enthalten aber die Quarze überaus häufig feine Krystall-Nadeln; „man ist erstaunt — bemerkt **Zirkel** — Gebilde, welche man bei Betrachtung nur eines einzigen Vorkommens für gänzlich zufällig und unwesentlich hält, in allen Graniten der verschiedensten Länder mit beharrlichster Consequenz wiederzufinden." — Die Quarzkörner der Granite bieten unter dem Polarisations-Apparat noch überraschende Erscheinungen; sie sind abweichend von einander gefärbt, manche wasserklar, andere blau, gelb, grün, roth, noch andere Quarzkörner sind verschiedenfarbig. — Sehr auffallend ist es, was **Zirkel** besonders hervorhebt, dass der Quarz



der hauptsächlichste Wasserträger bei den granitischen Gesteinen ist; denn in den Feldspathen gelang es ihm nicht, Flüssigkeits-Einschlüsse zu entdecken. Zahlreiche schwarze Punkte und Körnchen sind oft in der Feldspath-Substanz zu erkennen, die wohl dem Magneteisen angehören.

Verbreitung. Der Granit ist eines der häufigsten, ganze Gebirge bildenden Gesteine. In Deutschland besonders im Harz (Brockengebirge), im Thüringer Wald, im Fichtel- und bayerischen Waldgebirge, in Böhmen, im Riesengebirge, im Oden- und Schwarzwald. In den Schweizer Alpen, besonders am St. Gotthard und Montblanc; in Cornwall, Schottland und Irland; in den Pyrenäen, in Finnland, im Ural und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

2) Syenitgranit.

Viele granitische Gesteine enthalten Hornblende in solcher Menge und auf grösseren Gebieten, dass sie nur als wesentlicher Gemengtheil zu betrachten ist. Für derartige Gesteine, welche auf der Grenze zwischen eigentlichem Granit und Syenit stehen, indem sie die wesentlichen Gemengtheile beider vereinigen, ist — wie **Zirkel** bemerkt — der Name Syenitgranit offenbar am passendsten.

Körniges Gemenge von Orthoklas, oft auch Oligoklas, von Hornblende, Quarz und Glimmer. Die beiden Feldspathe treten häufig zusammen auf, manchmal waltet sogar der Oligoklas vor; dies scheint besonders dann der Fall, wenn die Hornblende sich reichlicher einstellt. Die Hornblende kommt in kleinen Prismen bis zu Individuen von Zollgrösse vor, die durch ihre vollkommene Spaltbarkeit charakterisirt werden; aber auch in feinen Nadeln. Der Quarz findet sich gewöhnlich nicht in solcher Menge wie im Granit, nur zuweilen in den sog. „Quarzsyeniten". Der Glimmer, welcher unter den Gemengtheilen der am meisten untergeordnete, zeigt dunkle, schwarze oder braune Farbe und dürfte hauptsächlich Magnesiaglimmer sein.

Chemische Zusammensetzung. 1) Syenitgranit vom Südabhang des Julier in den Alpen und 2) von Szaska im Banat nach **Scheerer.** 3) Von Blansko in Mähren, nach **Streng.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure	65,84	65,84	61,72
Titansäure	0,44	0,41	—
Eisenoxydul	5,68	3,35	7,06
Manganoxydul	—	0,15	0,33
Thonerde	13,94	15,23	13,57
Kalkerde	3,86	4,47	5,88
Magnesia	1,69	2,31	3,33
Natron	2,00	2,96	3,12
Kali	4,39	3,06	3,37
Wasser	1,18	0,98	0,95
	99,09	99,03	99,43

Mikroskopische Untersuchungen von Syenitgranit haben zu ähnlichen Resultaten geführt, wie (die oben erwähnten) bei den Graniten. So sind, nach **Zirkel,** die Quarze der schönen Syenitgranite der Pyrenäen durch einen ungewöhnlichen

Reichthum an Flüssigkeits-Einschlüssen ausgezeichnet, während die Hornblende keine enthält, jedoch ähnliche nadelförmige Krystalle, wie solche auch die Quarze umschliessen. Ferner sind in der Hornblende viele schwärzliche Körper, sowie kleine Hohlräume zu beobachten. Im polarisirten Lichte zeigt es sich deutlich, dass die scheinbar einfachen Hornblende-Krystalle mosaikartig aus vielen mit einander verwachsenen Individuen zusammengesetzt sind. — Ein sehr ausgezeichneter Syenitgranit, aus vorwaltendem Orthoklas nebst Plagioklas, aus Hornblende, Quarz und Biotit von Blansko in Mähren, wird von 2 bis 3 Zoll mächtigen Streifen einer grünlichen Masse durchzogen. Letztere besteht, wie die mikroskopische Untersuchung von **F. v. Vivenot** zeigte, aus einem zersetzten Plagioklas, der wieder von kleinen Orthoklas-Bändern durchzogen wird. Körnchen von Magneteisen, Krystalle von Apatit wurden ausserdem noch erkannt. **Stelzner** fand in Dünnschliffen von Syenitgraniten des Altai zahlreiche mikroskopische hellgrüne Krystallnadeln, die mit den grösseren Hornblende-Krystallen übereinstimmen. In mikroskopischen Präparaten der Syenitgranite vom weissen See zeigten Krystalle der Hornblende im Innern concentrische Zonen oder Linien, die durch Ansammlung dunkler Körnchen gebildet werden und für eine unterbrochene oder nicht ganz gleichförmige Entwickelung jener Krystalle sprechen. Im Quarz der Syenitgranite des Altai beobachtete **Stelzner** zahlreiche zonenartig gruppirte Einschlüsse von Flüssigkeit und nadelförmige Gebilde.

Die Verbreitung der Syenitgranite ist keine unbedeutende; Gegend von Meissen in Sachsen und von Pilsen in Böhmen, zwischen Brünn und Blansko in Mähren, bei Brixen in Tyrol, im Centrum der Vogesen, Insel Skye, sehr ausgezeichnet in den Pyrenäen, im Altai, in Egypten.

3) Turmalinfels.

(Turmalinschiefer, Schörlfels.)

Besteht aus schwarzem Turmalin und graulichweissem Quarz. Die Structur ist entweder eine körnige, indem deutlich erkennbare Körner beider Mineralien ein klein- bis mittelkörniges Gemenge bilden, oder eine fast dichte, weil die Individuen sehr klein, so dass ein schwärzlichgraues Gestein von ansehnlicher Härte entsteht, endlich kommt Schiefer-Structur vor, indem die Körner oder kurzen Säulchen des Turmalin mit den flachen Linsen oder dünnen Lagen des Quarz abwechseln, wodurch das Gestein ein gestreiftes Ansehen erlangt.

Accessor. Gemength. Körnchen von Orthoklas und Blättchen von Glimmer sind nicht selten, den Uebergang in granitische Gesteine vermittelnd, mit denen der Turmalinfels in näherer Verbindung steht.

Findet sich bei Auersberg unfern Eibenstock sowie bei Schwarzenberg u. a. O. in Sachsen, ganz besonders aber in Cornwall bei Bodmin, St. Agnes, Dartmoor u. a. O.

4) Greisen.

Körniges Gemenge von grauem Quarz und grauem oder unrein grünem Lepidolith.

Accessor. Gemength. Zinnerz in Körnchen und Kryställchen sehr häufig: Zinnwald, Schlaggenwald in Böhmen. Pyknit in Stengeln: Altenberg in Sachsen.

Kommt in den Umgebungen von Zinnwald und Schlaggenwald in Böhmen, Altenberg in Sachsen, in Cornwall vor.

5) Topasfels.

Grauer Quarz, weingelber Topas und schwarzer Turmalin bilden plattenförmige Lagen, die wieder zu grösseren oder kleineren Bruchstücken zertrümmert erscheinen. Diese Bruchstücke sind nach allen Richtungen mit einander verwachsen und veranlassen Drusenräume, in welchen die drei Gemengtheile krystallisirt auftreten, meist von ockergelbem Steinmark begleitet.

Der Topas, welcher besonders in schönen Krystallen vorkommt, zeigt als charakteristische Combination: $\infty P . \infty \breve{P}_2 . 0P . {}_2\breve{P}\breve{\infty} . P . {}^2/_3P$.

Der Topas (welcher eigentlich zu den Trümmergesteinen gehört) bildet eine Ruinenähnlich aus dem Glimmerschiefer emporragende Felsmasse, der Schneckenstein genannt, bei Auerbach im sächsischen Voigtlande.

6) Granitporphyr.

(Granitartiger Porphyr. Syenitporphyr. Aschaffit.)

Sehr feinkörnige Grundmasse aus Orthoklas, Quarz und Glimmer bestehend, in welcher ansehnliche Krystalle von Orthoklas liegen. Der Orthoklas, welcher in dem feinkörnigen Gemenge meist vorwaltet in kleinen leistenförmigen Individuen oder Körnchen von grauer, röthlicher oder gelblicher Farbe. Der Quarz in eckigen Körnern bis zu Erbsengrösse, zuweilen aber auch in undeutlich ausgebildeten Pyramiden. Brauner Glimmer in Blättchen und Schuppen; statt seiner oder mit ihm zugleich dunkelgrüner Chlorit in feinen Schuppen, auch als färbender und imprägnirender Theil der Gesteinsmasse, zuweilen als ein zarter Ueberzug auf den Quarz-Krystallen. — Neben dem Orthoklas tritt zuweilen ein zersetzter matter Plagioklas auf.

Accessor. Gemength. Hornblende stellt sich zuweilen in prismatischen Krystallen und blätterigen Partien ein; es gehen alsdann Gesteine hervor, welche sich zum Granitporphyr verhalten sollen wie der Syenitgranit zum eigentlichen Granit und für welche **Zirkel** den Namen Syenitgranitporphyr vorschlägt. Liebenstein im Thüringer Wald, Rezbanya in Ungarn.

Granitporphyre finden sich sehr ausgezeichnet bei Gailbach, am Findberg, Grünmoosbach bei Aschaffenburg; in der Gegend von Altenberg und Frauenstein, sowie bei Wurzen in Sachsen; bei Winterberg im Böhmer Wald.

Der Name Granitporphyr wurde zuerst (1840) von **Kittel** den Gesteinen von Aschaffenburg gegeben und dürfte der geeignetste sein, da, wie **Zirkel** sehr treffend bemerkt, dieses in petrographischer Hinsicht in der Mitte zwischen Granit und Felsitporphyr stehende Gestein eine Grundmasse besitzt, welche im Gegensatz zu den ausgeschiedenen Krystallen zu feinkörnig ist, um dasselbe zu den porphyrartigen Graniten zu stellen und auf der anderen Seite nicht den Grad der Dichtheit erreicht, um dasselbe zu den Felsitporphyren zu rechnen. Den Namen Aschaffit hat **Gümbel** (1865) für die Aschaffenburger Gesteine vorgeschlagen. Der Name Syenitporphyr bezieht sich darauf, dass man den Chlorit in gewissen sächsischen Granitporphyren für Hornblende hielt.

C. Aeltere Porphyrgesteine.

Dieselben lassen sich nach dem feldspathigen Gemengtheil in zwei Gruppen bringen, nämlich: 1) solche in welchen Orthoklas als Gemengtheil auftritt, gewöhnlich mit Quarz zusammen; Hauptrepräsentanten sind die Quarz- und Felsitporphyre; nur zuweilen fehlt der Quarz. 2) Solche in denen Oligoklas als Gemengtheil auftritt: die sog. Porphyrite; diese werden durch grosse Seltenheit des Quarz charakterisirt. — Die Structur ist vorwiegend eine porphyrische, nur bei dem Glasgestein der Felsitporphyre, dem Pechstein, eine dichte.

a. Orthoklas haltige Porphyrgesteine.

1) Quarzporphyr.

(Syn. Quarz führender Porphyr. Felsitporphyr. Euritporphyr. — Elvan in Cornwall.)

In einer dichten Grundmasse liegen Einsprenglinge von Quarz und Orthoklas, denen sich zuweilen noch Plagioklas und Glimmer beigesellen.

Wie bei allen Porphyrgesteinen verdienen Grundmasse und Einsprenglinge eine gesonderte Betrachtung.

Die Grundmasse, welche gewöhnlich als eine gleichartige sich darstellt, weil sie eben meist eine selbst unter der Lupe mineralogisch nicht entwirrbare, ist — wie man annimmt — ein kryptokrystallinisches Gemenge von Quarz und Orthoklas. Dies Gemenge wird Felsit genannt und ist stets vor dem Löthrohr mehr oder weniger leicht schmelzbar, worauf der Name Euritporphyr sich bezieht.

Die Felsitmasse zeigt sich, was Härte und Farbe betrifft, sehr verschieden. Die Härte derselben wird, je frischer und kieselsäurereicher dieselbe, um so grösser sein.

Die verschiedenen Härte-Zustände der Felsitmasse hat man mit besonderen, aber keineswegs geeigneten Namen belegt, wie Hornsteinporphyr, Feldsteinporphyr und Thonporphyr; es ist aber die Grundmasse niemals reine Quarz-Substanz (Hornstein), noch dichter Feldspath (Feldstein), noch Thon, sondern ein inniges Gemenge von Quarz und Orthoklas, in welchem bald der eine, bald der andere Bestandtheil vorwaltet und das stets v. d. L. schmelzbar ist. Für die sehr harten, dichten Quarzporphyre hat neuerdings — um den unrichtigen Namen Hornsteinporphyre ganz zu beseitigen — **Stelzner** die Benennung Keratitporphyre vorgeschlagen.

Die Farbe der Felsitmasse zeigt sich sehr verschieden; besonders roth, violett, grün, grau, gelb, braun, seltener blau oder schwärzlich, auch gefleckt oder gestreift.

Quarzporphyre zeigen zuweilen auf grössere Strecken hin eine und dieselbe Farbe; so z. B. bei Halle, im Thüringer Wald, in Tyrol und Schlesien rothe, daher die ältere Benennung rother Porphyr. Gefleckte Quarzporphyre finden sich in Tyrol, Egypten. Am Steinsberg bei Handschuchsheim unfern Heidelberg sind die verschiedenen Farbe-

Nuancen so scharf begrenzt, dass man beim ersten Anblick solcher Gesteine an Breccien denkt. Gestreifte Porphyre bei Dobritz und Hartha in Sachsen.

Der Quarz erscheint am häufigsten in krystallinischen Körnern bis über Erbsengrösse oder vom Durchmesser eines Hirsekornes; zuweilen aber auch in vollständig ausgebildeten Krystallen, die entweder nur die Pyramide oder diese mit untergeordneten Prismen-Flächen zeigen. Die Krystalle meist mit rauhen Flächen, auch mit abgerundeten Ecken und Kanten.

Quarzporphyre mit deutlichen Quarz-Krystallen finden sich unter andern am Auerberg bei Stollberg im Harz, bei Zaschendorf in Sachsen, Donnerau in Schlesien, Solislau in Böhmen, am Inselberg im Thüringer Wald, in den Umgebungen von Halle, bei Oberfalkau und im Münsterthal im Schwarzwald; Vic-le-Comte, Auvergne; am Luganer See; am Vorgebirge Drumadoon Point auf der Insel Arran.

Ausgeschiedener Quarz ist nicht immer in der felsitischen Masse erkennbar; der Quarz-Gehalt steckt in der an Kieselsäure reichen Grundmasse. Derartige Gesteine sind indessen nicht so verbreitet. Man kann daher nach **Tschermak** unterscheiden:

1) Quarzporphyre, welche in der felsitischen Grundmasse neben Orthoklas stets Einsprenglinge von Quarz erkennen lassen;
2) Felsitporphyre, die Felsitmasse umschliesst nur Einsprenglinge von Orthoklas.

Zu letzteren gehören z. B. der schöne, wohlbekannte Porphyr von Elfdalen in Schweden, der von Raibl in Kärnthen.

Orthoklas findet sich theils in Krystallen, theils in krystallinischen Individuen. Die Krystalle, theils einfache, theils Karlsbader Zwillinge, erreichen selten die Grösse der Orthoklas-Krystalle im Granit, sind aber, weil sie in einer dichten Masse gebildet, glattflächiger, lassen sich jedoch schwer aus solcher herauslösen.

Quarzporphyre mit schönen Orthoklas-Krystallen finden sich z. B. am Lindenberg und bei Ilmenau in Thüringen, in den Umgebungen von Halle, hier besonders flächenreiche Krystalle; bei Hundsbach, Kirnach und Münsterthal im Schwarzwald; Taleferthal bei Botzen; Vic-le-Comte, Auvergne; Bellonchamp im Saone-Dept.

Die Farbe des Orthoklas ist eine verschiedene, meist hellere wie die der Grundmasse: gelblich oder graulichweiss, fleischroth, seltener weiss oder farblos. Zuweilen liegen neben undurchsichtigen noch durchsichtige Orthoklase.

Solche Orthoklase mit grösserer Pellucidität und lebhafterem Glasglanz gleichen dem Sanidin. **Laspeyres** hat bereits auf das Vorkommen solcher hellen Feldspathe in den Quarzporphyren der Umgebung von Halle, bei Schwärtz, Brachstädt, Niemberg aufmerksam gemacht und sie für ächten Sanidin erklärt und die anderen Orthoklase für umgewandelten Sanidin. Er hat, gestützt darauf, dass sich die mannigfachsten Uebergänge aus Orthoklas in Sanidin verfolgen lassen, daran die Vermuthung geknüpft, dass vielleicht aller Orthoklas in krystallinischen Gesteinen früher Sanidin war. Es

durfte indess dies eigenthümliche Vorkommen nur als eine glasige Ausbildung des Orthoklas in den Quarzporphyren zu betrachten sein, wie sie ja der Oligoklas auch in trachytischen Gesteinen manchmal zeigt. **Tschermak** sagt richtig: „es finden sich in manchen porphyrischen Gesteinen sehr klare, durchsichtige Orthoklas-Krystalle, welche von einigen Beobachtern Sanidin genannt werden, was ich indess nicht billigen kann, da diese Erweiterung des Begriffes Sanidin dahin führen muss, die sonst gerechtfertigte Unterabtheilung Sanidin gänzlich aufzugeben." Der nämlichen Ansicht schliesst sich **E. Cohen** an; nach seinen neuesten Beobachtungen tritt Orthoklas in den Quarzporphyren des Odenwaldes in zwei Varietäten auf: als gewöhnlicher undurchsichtiger und als wasserklarer, durchsichtiger. Jedenfalls verdient die glasige Ausbildung des Orthoklas in manchen Quarzporphyren Beachtung, zumal wenn man sie in solchen von jüngerem Alter trifft, wie am Drumadoon Point auf Arran; bei Bersaska im südlichen Banat.

Plagioklas findet sich in manchen Quarzporphyren und dürfte in den meisten Fällen als Oligoklas zu betrachten sein. Er erscheint nur selten in Kryställchen von einigermassen scharfen Umrissen und deutlicher Zwillings-Reifung.

Der Oligoklas steht an Grösse und Zahl der Individuen dem Orthoklas gewöhnlich nach und unterscheidet sich von diesem meist durch seine matte, trübe Beschaffenheit. Beide treten übrigens in den Quarzporphyren auf ähnliche Weise zusammen auf, wie in den Graniten, nur in viel kleineren Dimensionen. Auch ihre Verwachsungen wiederholen sich. Nach **Laspeyres** finden sich um Halle Oligoklas-Kerne in Orthoklas-Krystallen, seltener Oligoklase um oder auf Orthoklas. Als Fundorte einiger Quarzporphyre, welche neben Orthoklas noch Oligoklas enthalten, seien ausser Halle — wo nach **Laspeyres** die Oligoklase im älteren Porphyr etwas grösser sind, wie im jüngeren — noch erwähnt: Münsterthal, am Feldsee, Titisee, bei Furtwangen im Schwarzwald; Autun in Frankreich; Pic du Midi d'Ossau in den Pyrenäen; Tscharisch-Flus u. a. O. im Altai.

Glimmer, welcher, wie **Laspeyres** richtig sagt, an den Grenzen der wesentlichen Gemengtheile steht, wird in vielen Quarzporphyren gänzlich vermisst, während er in anderen Gebieten nicht fehlt. Es ist wohl meist Magnesiaglimmer.

Bei Halle findet sich schwarzer Glimmer im älteren Porphyr viel häufiger, wie im jüngeren, jedoch gewöhnlich nur in Schuppen. In jenen Porphyren des Schwarzwaldes, die durch Schönheit und Häufigkeit ihrer Einsprenglinge ausgezeichnet, gesellt sich diesen oft schwarzer Glimmer bei. In den Porphyren des Thüringer Waldes, am Donnersberg, des südlichen Odenwaldes.

In Bezug auf Structur der Felsitmasse lassen sich folgende Abänderungen unterscheiden:

Poröser Porphyr. Die Grundmasse zeigt viele kleine eckige Hohlräume, welche wohl hauptsächlich durch Auswitterung von Einsprenglingen entstanden; zuweilen sind aber dieselben später mit kleinen Quarzkrystallen ausgekleidet oder mit Kaolin erfüllt worden. Sehr häufig im Thüringer Wald (sog. Mühlsteinporphyr) am Inselberg, am Dellberg bei Suhl, Regenberg bei Friedrichroda; in Sachsen im Tannebergsthal, im Fichtelgebirge bei Heidelheim, Höchstedt; im Schwarzwald bei Marzell.

S c h i e f e r i g e r P o r p h y r. Die Grundmasse erscheint in dünnere oder dickere Lagen getrennt und es wird diese lagenförmige Structur in manchen Fällen durch wiederholten Wechsel von Quarz und Orthoklas bedingt. Derartige Gesteine lassen sich oft in dünne Platten spalten. Sie finden sich unter anderen sehr ausgezeichnet am Wagenberg bei Weinheim im Odenwald, bei Hohengeroldseck unfern Lahr und im Münsterthal im Schwarzwald.

S p h ä r o l i t h i s c h e r P o r p h y r. Die felsitische Masse umschliesst ausser den Einsprenglingen noch kleine Kugeln bis über Erbsengrösse, welche beim Zerschlagen eine radialfaserige Structur zeigen. Die kleinen Kugeln, die bald mehr zerstreut bald dicht an einander gedrängt in der Grundmasse liegen, bestehen wie diese aus Felsit-Substanz, welche aber gewöhnlich noch kieselsäurereicher. Regenberg bei Friedrichroda, Dellberg bei Suhl u. a. O. im Thüringer Wald; Höchstedt im Fichtelgebirge; Waldenburg, Schlesien; Wunnenheim bei Sulz in den Vogesen; Nonnenmattweier im Schwarzwald; am Apfelskopf bei Ziegelhausen unfern Heidelberg. Sehr ausgezeichnet nach **Lossen** am Auerberg im Harz. Die Kugeln erscheinen hier im Centrum bald quarzreicher, bald quarzärmer, als die Peripherie; kugelarme und kugelreiche Zonen wechseln mit einander ab. Auch die Quarzporphyre vom Korgon im Altai besitzen, nach **Stelzner,** sphärolithische Structur.

K u g e l p o r p h y r. Die Grundmasse umschliesst mehr oder weniger zahlreich Kugeln von concentrisch-schaliger Zusammensetzung. Die Grösse solcher Kugeln ist sehr verschieden, bald sind sie klein, bald von Wallnuss- bis Faustgrösse. Sie bestehen aus felsitischer, aber sehr quarzreicher, harter Masse. Die grösseren Kugeln sind oft mit concentrischen Lagen verschiedener Abänderungen des Quarz erfüllt oder hohl, und mit Bergkrystall und Amethyst ausgekleidet, kleine Krystalle von Eisenglanz oder Flussspath stellen sich zuweilen ein. Kugelporphyre finden sich sehr ausgezeichnet am Schneekopf, Regenberg, Meisenstein u. a. O. im Thüringer Wald, Hauskopf bei Oppenau und Gunzenbach unfern Baden im Schwarzwald; am Steinsberg und Wendenkopf bei Dossenheim im Odenwald; am Korgon im Altai. Ein eigenthümlicher Kugelporphyr, auch unter dem Namen P y r o m e r i d bekannt, kommt auf der Insel Corsica vor, in den Umgebungen von Osani und Curzo. Die bis zu 2 Zoll dicken Kugeln lassen, nach **Vogelsang,** beim Zerschlagen oder besser noch beim Anschleifen divergirend strahlige Zeichnung wahrnehmen.

Sphärolithische und Kugelporphyre sind als verwandte Bildungen zu betrachten, die einer vom Centrum aus wirkenden (concretionären) Kraft ihre Entstehung verdanken. **E. Cohen** glaubt, auf mikroskopische Untersuchungen gestützt, dass die Masse der Sphärolithe als eine radial struirte Grundmasse zu betrachten, während die Kugeln zum grössten Theil aus regelmässig angeordneten, individualisirten Bestandtheilen zusammengesetzt sind.

A c c e s s o r i s c h e G e m e n g t h e i l e sind in den Quarzporphyren selten, es giebt keinen einzigen von allgemeiner Verbreitung in den verschiedenen grösseren und kleineren Porphyr-Gebieten. Am ehesten verdient noch Erwähnung der P i n i t, der sich wenigstens so häufig in einigen Porphyren einstellt, dass man solche „P i n i t p o r p h y r e" nennen kann, wie in den Umgebungen von Baden, am Cäcilienberg, Geroldsau, an der Yburg; ferner, aber mehr vereinzelt, bei Allerheiligen, Hundsbach, Wieden im Münsterthal u. a. O. im Schwarzwald. Pinitporphyr findet sich noch am Auerberg bei Stollberg im Harz, in Ostbayern bei Regenstauf, Bodenwöhr u. a. O. — Auf Klüften kommt P s i l o m e l a n als traubiger Ueberzug oder in zierlichen Dendriten vor: Halle, Ilmenau in Thüringen, Tharand in Sachsen, Dossenheim im Odenwald.

Accessorische Bestandmassen sind hauptsächlich durch die verschiedenen Abänderungen des Quarz vertreten, welche als gemeiner Quarz, Karneol, Hornstein die Porphyrmasse in Streifen und Schnüren durchziehen oder als Bergkrystall, Amethyst die Hohlräume in den Kugeln auskleiden.

Die chemische Zusammensetzung der Quarzporphyre entspricht im Allgemeinen derjenigen der Granite. Als Beispiele mögen nachfolgende Analysen dienen. Zunächst von einigen charakteristischen Quarzporphyren, welche im Heidelberger Universitäts-Laboratorium untersucht und von **E. Cohen** näher beschrieben wurden[1], nämlich: 1) Vom Apfelskopf bei Ziegelhausen unfern Heidelberg; röthlichbraune, frische Felsitmasse mit kleinen Einsprenglingen von Orthoklas und Quarz, nach **Semper**; 2) vom Edelstein am Oelberg bei Schriesheim, violette Felsitmasse, die Einsprenglinge klein, nach **Fricke** und 3) vom Wagenberg bei Weinheim, dichte, harte Felsitmasse, die Einsprenglinge klein, aber gut ausgebildet, nach **Bodwig.** Ferner 4) Quarzporphyr von Gallenbach bei Baden und 5) Pinitporphyr von der Yburg, nach **Nisse.** — Unter den weiter folgenden Analysen zeigen die von **Laspeyres,** wie die Zusammensetzung der Felsitmasse und jene des Gesteins mit den Einsprenglingen von Halle nicht differiren, ferner wie die Felsitporphyre, d. h. diejenigen, welche keinen ausgeschiedenen Quarz aufzuweisen haben, weil er dem blossen Auge unerkennbar in der Grundmasse steckt, einen ebenso ansehnlichen Gehalt an Kieselsäure besitzen, wie die übrigen.

	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselsäure . . .	74,55	73,22	74,91	77,64	73,12
Thonerde	13,56	16,33	14,32	12,57	14,04
Eisenoxyd . . .	0,34	1,37	0,66	0,90	1,98
Eisenoxydul . . .	1,16	0,70	1,17	—	—
Magnesia	0,38	—	0,32	—	—
Kalkerde	0,47	0,85	0,50	0,34	0,57
Kali	6,14	5,65	5,65	6,64	8,98
Natron	2,45	0,84	0,60	—	—
Wasser	1,74	1,29	1,18	1,32	0,92
	100,79	101,25	99,31	99,44	99,71

6) Quarzporphyr vom Auerberg bei Stollberg, nach **Streng.** Dichte, grünlichgraue Grundmasse, mit Quarz, Orthoklas und etwas Pinit. 7) Quarzporphyr vom Mühlberg bei Schwärtz unfern Halle, dunkelgrüne Grundmasse und 8) diese mit Orthoklas, Oligoklas, Quarz, wenig Glimmer, nach **Laspeyres.** 9) Felsitporphyr von Raibl, Kärnthen, nach **Hesse**; in dichter rother Felsitmasse Orthoklas, aber keine Quarz-Krystalle. 10) Felsitporphyr von Elfdalen in Schweden, nach **Olshausen**; dichte kastanienbraune Felsitmasse, Orthoklas und Oligoklas, kein Quarz. 11) Elvanit von Knockmahon, Grafschaft Waterford, nach **A. Phillips**; blaulichgraue Felsitmasse mit Krystallen von Quarz, Oligoklas, Orthoklas.

	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Kieselsäure . . .	75,13	74,41	72,24	75,97	74,65	72,33
Thonerde	15,15	13,39	13,64	13,84	13,75	9,02
Eisenoxyd . . .	—	—	—	1,20	1,86	6,34
Eisenoxydul . . .	1,22	3,08	3,05	—	—	1,06
Latus:	91,50	90,88	88,93	91,01	90,26	88,75

[1]) Die zur Dyas gehörigen Gesteine des südlichen Odenwaldes, von Dr. **Emil Cohen.** Heidelberg 1871.

	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Transport:	91,50	90,88	88,93	91,01	90,26	88,75
Manganoxydul . .	0,14	0,30	0,13	--	—	—
Magnesia	0,24	0,50	0,66	0,15	0,14	—
Kalkerde	0,53	1,38	0,95	—	0,79	1,92
Kali	6,93	4,18	5,24	6,65	5,85	1,46
Natron	—	3,27	2,95	2,58	3,36	5,83
Wasser	1,57	0,93	1,05	—	—	1,83
	100,91	101,44	99,91	100,39	100,40	99,79

Mikroskopische Untersuchungen von Quarzporphyren sind insbesondere **Zirkel, Vogelsang, Laspeyres, Stelzner** und **Cohen** zu verdanken. **Zirkel** fand in den Quarzporphyren vom Donnersberg in der Pfalz, dass die Grundmasse aus eng mit einander verbundenem Quarz und Feldspath bestehe, die aber nicht in scharf begrenzten Individuen vorhanden, sondern im Schliff als unregelmässige Flecken beider erscheinen. Die Quarztheile lassen deutliche Wasserporen mit Bläschen erkennen. — Die Grundmasse des rothen Quarzporphyrs von Kreuznach besteht aus trübem, grauem Feldspath, in dem Quarzkörner liegen. Die Quarze enthalten Streifen von Wasser- und Glasporen. Die Grundmasse des grauen Quarzporphyrs von Joachimsthal bietet, nach **Zirkel,** unter dem Mikroskop das nämliche Bild, wie das Gestein vom Donnersberg: unregelmässig mit einander verbundene Flecken von feldspathiger und Quarz-Substanz. Die Quarz-Krystalle umschliessen Wasser-, Gas-, Glas- und Steinporen, während die ausgeschiedenen Feldspath-Krystalle im dünnen Schliffe Einschlüsse von Quarz erkennen lassen. Die Grundmasse eines schwarzen Quarzporphyrs von Joachimsthal zeigte, nach **Zirkel,** nur weisse, durchsichtige Feldspath-Substanz, von grauen Flecken durchzogen. Die Quarze sind durch die grosse Menge vielfach gruppirter Wasserporen ausgezeichnet. Obige Resultate machte **Zirkel** bereits in seinen interessanten mikroskopischen Gesteinsstudien 1863 bekannt. In dem schönen Quarzporphyr vom Pic du Midi d'Ossau, welchen **Zirkel** später (1867) mikroskopisch untersuchte, fand er in den Quarzkörnern viele Wasserporen. Die Grundmasse aber dieses lichtgrauen Porphyrs besteht aus einer fast wasserhellen, homogen erscheinenden Substanz, in welcher mikroskopische Krystalle und Körner liegen, welche in polarisirtem Licht in den schönsten Farben erglänzen, während der Untergrund, in dem sie eingewachsen, keine Farben-Erscheinungen zeigt; man erkennt deutlich, dass es eine homogene, nicht individualisirte Masse ist. Es scheint eine amorphe Substanz. Es ist das erstemal — bemerkt **Zirkel** — dass ich in einem Felsitporphyr eine amorphe Grundmasse beobachtete, deren Erkennung als solche nur durch das polarisirte Licht möglich. Die nämliche Erscheinung beobachtete **Zirkel** später noch in anderen Porphyren. Hingegen betrachtet **Laspeyres** die Grundmasse der Porphyre als ein feines Gemenge von Quarz und Orthoklas, während **Vogelsang,** der viele Dünnschliffe untersuchte, ausdrücklich bemerkt: dass er noch keine wahre Porphyr-Grundmasse gefunden habe, die sich unter dem Mikroskop in Quarz und Feldspath aufgelöst hätte. **Stelzner,** welcher 50 Dünnschliffe von Porphyren des Altai und 10 von anderen Localitäten anfertigte, fand, dass sich ihre Grundmasse unter dem Mikroskop in ein fein krystallinisches Gemenge auflöst, dessen Elemente im polarisirten Licht farbig erscheinen; amorphe Masse hat derselbe nicht beobachtet. Unter den werthvollen Mittheilungen, welche **Stelzner** macht, sei hier nur noch



erwähnt die von ihm an einigen Porphyren wahrgenommene Fluidal-Structur der Grundmasse d. h. „eine gegenseitige Lagerung der Gesteins-Elemente in der Art, dass die Vorstellung entsteht, als wenn diese eigenthümliche parallele Anordnung das Resultat einer Bewegung, eines Fliessens der porphyrischen Masse sei, bei welcher die in ihr bereits in fester Form ausgeschiedenen Elemente parallel geordnet und gerichtet wurden.“ — **E. Cohen** führt (in seiner oben erwähnten Schrift) eine Reihe interessanter mikroskopischer Beobachtungen an, welche er an den Quarzporphyren des südlichen Odenwaldes zu machen Gelegenheit hatte. Die Quarze enthalten Glas-Einschlüsse, mit und ohne Gasbläschen, aber auch feine Nadeln und haarförmige Gebilde. Was die Grundmasse betrifft, so bemerkt **Cohen,** dass es ihm nie gelungen, dieselbe in weiter erkennbare Mineralspecies zu zerlegen. Ob man die Schliffe bei 80- oder 800facher Vergrösserung untersucht: die Zahl der definirbaren Einsprenglinge wermehrt sich gar nicht oder nur äusserst wenig. Es gilt dies für alle Porphyre des Odenwaldes. Die Grundmasse erscheint aus grösseren oder kleineren verflossenen Partien zusammengesetzt, deren Umrisse, je stärkere Vergrösserung man anwendet, um so mehr verfliessen. Bei vielen Schliffen lässt sich aber eine unzweifelhafte amorphe Zwischenklemmungs-Masse constatiren. Eine sehr ausgezeichnete Fluidal-Structur tritt bei einigen Porphyren schon bei 45facher Vergrösserung hervor. — Diese so merkwürdige Fluidalstructur von Quarzporphyren wurde besonders von **Vogelsang** näher beschrieben und durch treffliche Abbildungen erläutert. Im Quarzporphyr von Wurzen in Sachsen ist die Fluidalstructur nicht durch ausgeschiedene Krystalle, sondern durch verschiedene Färbung, dem Wechsel der Dichtigkeit entsprechend, angedeutet. In den Quarz-Krystallen sind ausser den deutlichen Trennungs-Spalten, durch welche sich die Grundmasse zieht, viele kleine Streifen in der Richtung der äusseren Molekularströmung bemerkbar. Diese Streifen erweisen sich bei starker Vergrösserung als Reihen von Flüssigkeits-Einschlüssen, als Wasserporen.

Verbreitung: im Erzgebirge von Sachsen, in Böhmen, Schlesien, bei Halle, im Thüringer Wald, im Schwarzwald, im Odenwald bei Schriesheim und Weinheim, bei Kreuznach, in Tyrol, Vogesen.

Felsitfels. Dichte felsitische Masse, welche nur spärlich und vereinzelt kleine Einsprenglinge von Orthoklas und Quarz umschliesst, von graulichen, röthlichen Farben, v. d. L. schmelzbar. Bildet Gänge von geringer Mächtigkeit oder stellt sich an den Grenzen grösserer Massen von Quarzporphyr gegen andere Gesteine ein (sog. Contactporphyr). Bellmannslos bei Tharand und Dippoldiswalde in Sachsen; Neustadt und Münsterthal im Schwarzwald.

Hälleflinta. Dichtes Gemenge von feldspathiger Substanz mit Quarz, von grauer, gelber oder röthlicher Farbe. Im Gneiss-Gebiete von Hällefors, bei Dannemora und Upsala in Westmanland, auf Utön.

2) Pechstein (Felsitpechstein).

Dichte, glasartige Masse von unvollkommen muscheligem Bruch. H. = 5,5—6. Dunkelgrün, ins Schwärzlichgrüne, roth und rothbraun. Starker Fettglanz. V. d. L. schmelzbar. Gibt im Kolben Wasser.

Accessor. Gemength. zuweilen Sanidin-Krystalle, Porphyr-Structur verleihend, sog. Pechstein-Porphyr. Auch Blättchen von Biotit, Körner von Quarz. — Anstatt der Sanidin-Krystalle, manchmal auch neben ihnen, enthält die Pechstein-Masse Kugeln oder Sphärolithe von verschiedener Grösse und Beschaffen-

heit (sog. Sphärolithfels). Sie bestehen bald aus Felsit, bald aus Sanidin, erreichen bis zu 5 oder 6 Zoll Durchmesser, wie bei Spechtshausen unfern Tharand. Nach **B. v. Cotta** sind die Kugeln im Pechstein von Planitz septarienartig zerspalten und die gegen die Peripherie auskeilenden Spalten mit Quarz oder Chalcedon ausgefüllt.

Chem. Zus. des rothen Pechsteins von Meissen nach **Sackur:** Kieselsäure 73,68, Thonerde 9,23, Eisenoxyd 2,08, Kalkerde 3,50, Magnesia 0,81, Kali 0,76, Natron 1,48, Wasser 8,07. S. = 99,61.

Mikroskop. Unters. Wenn auch die Masse des Pechsteins vorwaltend aus amorphem Glas, ohne Individualisirung besteht, so lassen sich doch meist die Anfangs-Stadien der Entglasung, mikroskopische Krystallbildungen beobachten. Von den jüngeren Pechsteinen, den sog. Trachytpechsteinen, unterscheiden sich die Felsitpechsteine dadurch, dass sie felsitisch entglast sind. Felsitische, das Licht doppelt brechende Materie zieht in Streifen durch die meist vorwaltende Glasmasse. Sanidin, Plagioklas, Biotit und Quarz zeigen sich im Pechstein ausgeschieden. Sie enthalten Einschlüsse des umgebenden Glases und der felsitischen Masse; sie sind aus dem ursprünglichen Glasmagma herauskrystallisirt. Mikroskopische Sphärolithe werden nicht selten getroffen. Die ausgeschiedenen Krystalle von Quarz und Feldspath sind gegen die Glasmasse scharf abgegrenzt und unterscheiden sich dadurch, dass der Quarz fast immer seine pyramidale Krystall-Form erkennen lässt. Sie enthalten Einschlüsse von Glas und von felsitischer Masse. Unverkennbar ist zuweilen eine Mikrofluctuations-Structur: dünne Streifen felsitischer Masse — durch Glassubstanz getrennt — sind parallel neben einander gruppirt, schmiegen sich auch um die ausgeschiedenen Krystalle. — Besonders schön lässt nach **Vogelsang** der schwarze Pechstein von Zwickau die Fluidalstructur wahrnehmen; Umwicklungen, Quetschungen, Strömungen. Ausser den typischen sächsischen sind zumal die Pechsteine von der Insel Arran mikroskopisch untersucht. **Zirkel** theilt sehr merkwürdige Beobachtungen über die Beschaffenheit des Arraner Pechsteins mit. Das im Dünnschliff fast farblose Glas, die Grundmasse, ist mit vielen mikroskopischen Ausscheidungs-Producten erfüllt, unter denen Quarz- und Feldspath-Krystalle vorwalten. Beide sind reich an fremden, zumal an Glas-Einschlüssen. Mit Recht hebt **Zirkel** die für die chemische Geologie so wichtige Thatsache hervor, wie nichts mehr geeignet, die Ausscheidungs-Fähigkeit des Quarzes aus einer geschmolzenen Masse darzuthun, als eben diese Glas-Einschlüsse im Quarz eines Glas-Gesteines. Auffallend, dass unter den Feldspathen bedeutend Plagioklase vorwalten. Durch dieselben ziehen sich oft lange, feine Hornblende-Nadeln. Die Hornblende-Mikrolithen sind in der Glas-Masse oft zu Strängen verwebt, in ihrem Verlauf die deutlichsten Fluctuations-Erscheinungen zeigend; zwischen ihnen ziehen Streifen reinen Glases einher.

Wie der Felsitpechstein geologisch mit Quarzporphyren zusammenhängt, so ergiebt die mikroskopische Untersuchung, dass er eine Mittelstellung einnimmt zwischen einem idealen reinen Glas und dem Quarzporphyr; er ist — wie **Zirkel** bemerkt — gewissermassen in der Entwickelung zu letzterem gehemmt worden. Wäre die mikrofelsitische Entglasung, die Ausscheidung grösserer Krystalle weiter fortgeschritten, so wäre ein ächter Quarzporphyr daraus hervorgegangen.

Verbreitung: besonders in Sachsen, in den Umgebungen von Meissen, im Triebischthal, bei Mohorn unfern Freiberg, bei Spechtshausen unweit Tharand. Ferner auf der Insel Arran, zumal an der Ostküste am Clachland Point, beim Gehöfte Tormore. Auch auf Arran steht der Pechstein mit Quarzporphyren in Verbindung.

3) Minette.

Dunkelgraue bis bräunlichschwarze, durch Verwitterung rothbraun werdende feldspathige Grundmasse. Darin meist sehr vorwaltend Schuppen oder Blättchen von braunem oder schwarzem Biotit, die nach allen Richtungen vertheilt. Dazwischen kleine und ganz vereinzelte Orthoklas-Körnchen. Die Grundmasse, welche oft wegen dem sehr vorwaltenden Biotit kaum zu erkennen, besitzt eine sehr feinkörnige Structur.

Accessor. Gemength. kommen weder häufig noch ausgezeichnet vor. Krokydolith bei Wackenbach in den Vogesen.

Chemische Zusammens. Die Minette ist durch genaue Analysen besser bekannt, wie die der ähnlichen Glimmerporphyrite. Zunächst ist die nähere Constitution des Biotit, sowie der Grundmasse und des Gesteins im Ganzen vom Ballon d'Alsace durch **Delesse** ermittelt; ferner verdanken wir **Pauly** eine Analyse der Minette von Hemsbach, **Benecke** eine Analyse der Minette von Weinheim im Odenwald.

	Biotit.	Grundmasse.	Gestein.	Hemsbach.	Weinheim.
Kieselsäure . . .	41,20	62,92	56,96	55,76	47,99
Thonerde	12,37	16,30	12,95	15,87	16,23
Eisenoxyd . . .	6,03	2,20	7,58	7,87	—
Eisenoxydul . . .	3,48	—	—	—	5,24
Manganoxyd . . .	1,67	0,60	0,65	0,19	0,96
Magnesia	19,03	2,35	6,62	5,44	6,85
Kalkerde	1,63	1,20	4,63	6,23	6,70
Natron	1,28	} 12,93	2,22	2,10	1,54
Kali	7,94		4,35	4,01	10,22
Fluor	1,06	—	Kohlensäure 1,94	2,03	} 4,27
Lithion	0,22	—	—	—	
Wasser	2,90	1,50	1,44	1,68	
	98.81	100,00	99,34	101,18	100,00

Der Biotit ist demnach ein sehr eisenreicher, welcher leicht verwittert und broncegelbe und hellere Farben annimmt.

Minette wurde das Gestein von den Bergleuten bei Framont in den Vogesen genannt, wegen seiner Beziehungen zu den dortigen Eisenerzen. Bildet Gänge in verschiedenen Gesteinen: Servance, Remiremont, Schirmeck u. a. O. in den Vogesen; je geringer die Mächtigkeit der Gänge, um so biotitreicher sind sie. Ferner in den Rhone-Gegenden, bei Lyon. Im südlichen Odenwald bei Hemsbach, Sulzbach, Weinheim, Schriesheim. Im südlichen Schwarzwald im Albthal und an vielen anderen Orten auf Gängen; sehr schön zwischen Hauenstein und Luttingen. Eine ausführliche Monographie der Minette haben wir **H. Pauly** zu verdanken (Jahrb. f. Min. 1863).

4) Quarzfreier Orthoklasporphyr.

In einer dichten Grundmasse liegen Krystalle von Orthoklas, denen sich zuweilen noch kleinere von Oligoklas beigesellen. Die feldspathige Grundmasse zeigt rothbraune, braune Farbe und enthält keinen Quarz.

Vielbesprochen sind die Feldspath-Krystalle in den Gesteinen vom südl. Norwegen.

Sie erreichen bis 2 Zoll Grösse und werden von gewölbten Flächen von ∞P und dem Hemidoma $_2P\infty$ gebildet, während OP nur untergeordnet auftritt. Auf dem Gesteins-Bruche sieht man Durchschnitte, deren Umriss entweder rhomboidisch ist und der zweiten Spaltbarkeit parallel dem Klinopinakoid entspricht oder rhombisch, durch die erste, basische Spaltbarkeit. **L. v. Buch** hat die Gesteine als „Rhombenporphyre" bezeichnet. Die Krystalle sind sehr zersetzt und unrein, daher auch deren verschiedene Deutung.

Accessor. Gemength. Biotit und Hornblende stellen sich nicht selten ein, besonders im Thüringerwald. Liebenerit (d. h. eine Pseudomorphose nach Nephelin) in graulichgrünen Prismen: am Abhang des Margola u. a. O. im s. Tyrol. Besonderes Interesse gewinnt das von **Streng** entdeckte Vorkommen des Tridymit bei Waldböckelheim; die, wie stets, sehr kleinen hexagonalen Täfelchen sitzen in Hohlräumen des Gesteins, jedoch nicht selten. Vorher kannte man den Tridymit hauptsächlich nur in trachytischen Gesteinen.

Chem. Zus. 1) des Rhombenporphyr vom Vettakollen, nach **Kjerulf;** 2) des Orthoklasporphyr vom Margola, Tyrol nach **Kjerulf;** 3) des Orthoklasporphyr von Bauwald, nach **Laspeyres.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure	59,17	56,00	65,86
Thonerde	19,73	18,00	16,78
Eisenoxydul	1,71	7,58	4,99
Kalkerde	3,92	3,45	1,03
Magnesia	0,40	3,54	1,65
Kali	4,03	3,66	3,55
Natron	3,54	5,01	4,43
Glühverlust	3,40	0,78	Wasser 1,37
Kohlensäure	2,52	—	0,58
	98,42	98,02	100,24

Verbreitung nicht bedeutend; in der Umgebung von Ilmenau im Thüringer Wald; in den Nahe-Gegenden bei Waldböckelheim; im südlichen Tyrol, bei Predazzo u. a. O.; im südlichen Norwegen bei Christiania. — Die quarzfreien Orthoklasporphyre treten meist in Verbindung von Quarzporphyren einerseits, von Porphyriten anderseits auf.

b) Oligoklashaltige Porphyr-Gesteine (Porphyrite).

Die dichte Grundmasse ist entweder nur eine feldspathige oder in seltneren Fällen eine felsitische. Die feldspathige Grundmasse ist wohl oft ein Gemenge von Oligoklas mit Hornblende, von geringerer Härte wie die der Quarzporphyre, gewöhnlich von trüben, dunkleren Farben, bald leichter, bald schwerer schmelzbar. Als Einsprenglinge treten auf: Oligoklas, Hornblende, Glimmer und Quarz, wonach man also vier Abtheilungen unterscheidet.

1) Oligoklasporphyrit (Feldspathporphyrit).

In dunkelbrauner, dunkelgrauer oder blaulicher, trüber Grundmasse liegen kleine oder sehr kleine, meist schlecht ausgebildete Krystalle von

Oligoklas, nur zuweilen deutlich die Zwillings-Streifung zeigend; sie sind meist von hellerer Farbe.

Accessor. Gemength. im Allgemeinen nicht häufig; rother Granat in Körnern bei Ilfeld.

Chemische Zus. 1) eines Oligoklasporphyrits von Ilfeld, nach **Streng** und 2) eines frischen Oligoklasporphyrits von Oberhausen in der Pfalz, nach **Laspeyres.** (Die Analyse wies auch Spuren von Lithion, Baryt- und Strontianerde nach.)

	1.	2.
Kieselsäure	64,34	59,43
Thonerde	16,34	16,52
Eisenoxyd	—	2,41
Eisenoxydul	7,61	3,99
Manganoxydul	0,32	Spur
Magnesia	0,89	3,15
Kalkerde	3,92	4,84
Kali	3,70	2,27
Natron	2,92	3,38
Kohlensäure	1,67	2,62
Glühverlust	1,05	—
Wasser	—	1,65
	102,76	100,26

Verbreitung: in der Gegend von Ilfeld am Harz; in den Nahe-Gegenden bei Oberhausen; bei Heinersreuth im Fichtelgebirge; bei Hohenelbe in Böhmen; an den Pentland-Bergen bei Edinburgh.

2) Hornblendeporphyrit.

In der Grundmasse liegen neben den kleinen Oligoklas-Krystallen dünne Prismen oder Nadeln von Hornblende. Zuweilen dürfte sich auch die Hornblende an der Zusammensetzung der Grundmasse betheiligen.

Chem. Zus. **Laspeyres** untersuchte einen Hornblendeporphyrit von Bockenau in der Rheinprovinz; in violetter Grundmasse liegen schön gestreifte Oligoklase und zahlreiche Hornblende-Säulchen. Die Analyse ergab: Kieselsäure 61,450, Thonerde 17,457, Eisenoxydul 5,761, Kalkerde 4,234, Magnesia 2,739, Kali 2,890, Natron 4,000, Luftfeuchtigkeit 1,568, Wasser 1,043. S. = 101,142.

Verbreitung: zu den Hornblendeporphyriten gehören ausser dem eben genannten die bei Potschappel und Wilsdruff in Sachsen; Kohlberg bei Reichenstein in Schlesien; der sog. rothe Porphyr vom Djebel Dokhan in Egypten und der vom Tscharisch-Fluss im Altai.

3) Glimmerporphyrit.

In dunkelfarbiger Grundmasse liegen neben kleinen, helleren Oligoklasen Blättchen von braunem oder schwarzem Biotit.

Accessor. Gemength. zuweilen kleine Nadeln von Hornblende, Körnchen von Quarz.

Verbreitung: zwischen Potschappel und Wilsdruff so wie bei Altenburg in Sachsen; im mittleren Böhmen bei Holuschitz, Mirotiz u. a. O.

4) Quarzporphyrit.

Die Grundmasse enthält neben **Oligoklas** noch Körner oder Krystalle von **Quarz**.

Ein ausgezeichneter Quarzporphyrit wurde durch **Tschermak** beschrieben. In grauer Grundmasse liegen viele kleine Plagioklase, liegen bis zu 6 Mm. grosse Quarzkörner (etwa 20 %). Auch Blättchen von Biotit. Die Analyse dieses Gesteins durch **Konya** ergab: Kieselsäure 66,75, Thonerde 16,53, Eisenoxyd 2,76, Eisenoxydul 1,66, Magnesia 2,64, Kalkerde, Kali 1,82, Natron 2,86, Wasser 2,12. S. = 101,85.

Fundort: am Abhang des Monte Bocche im Pellegrinthal in Tyrol, steht mit Quarzporphyr in Verbindung. Auch ein Theil der schönen Porphyre vom Altai dürfte, nach **Stelzner,** hierher gehören; so z. B. einige von Korgon, vom Tscharisch-Fluss, welche neben Quarz-Krystallen deutliche Plagioklase enthalten.

D. Syenitgesteine.

Als wesentliche Gemengtheile treten auf: von feldspathigen Mineralien: **Orthoklas**, zuweilen auch **Oligoklas**; in einigen Gesteinen **Eläolith**; **Biotit**; auch Zirkon. Der **Quarz** tritt nicht als wesentlicher, nur als accessorischer Gemengtheil auf. Die Structur meist eine körnige.

1) Syenit.

(Name nach der egyptischen Stadt Syene.)

Körniges Gemenge von Orthoklas und Hornblende. Der Orthoklas in krystallinischen Körnern von fleischrother, grauer oder weisser Farbe. Die schwarze, graulich- oder grünlich-schwarze Hornblende in kurzsäuligen Individuen und krystallinischen Partien. Häufiger waltet der Orthoklas, seltener die Hornblende vor, wonach sich auch die Farbe des Gesteins richtet. Die Structur ist meist eine mittelkörnige, zuweilen eine grob- oder auch feinkörnige. Sie wird porphyrartig wenn sich in dem körnigen Gemenge von Orthoklas und Hornblende einzelne Krystalle von Orthoklas eingestreut.

In manchen Syeniten stellt sich neben dem Orthoklas noch Oligoklas ein, ferner treten zuweilen noch Körnchen von Quarz und Blättchen von Glimmer hinzu; so wie dies aber in grösserer Menge geschieht, erfolgt der Uebergang in jenes Mittelgestein zwischen Granit und Syenit, das am geeignetsten als ein besonderes Gestein unter dem Namen Syenitgranit aufgeführt wird[1].

Accessorische Gemength. sind im Allgemeinen selten. Der einzige, der mit einer gewissen Consequenz in den eigentlichen Syeniten vorkommt, ist **Titanit** in der characteristischen Combination: $\frac{2}{3}P_2 . 0P . P\infty$ von brauner Farbe; Sulzbach und Hemsbach im Odenwald; Grossenhain und Plauenscher Grund in Sachsen; Ilmenau u. a. O. in Thüringen.

[1]) Siehe oben S. 55.

Accessorische Bestandmassen: hauptsächlich Epidot (Pistacit) in Streifen und Adern, auch Klüfte bedeckend; Sulzbach u. a. O. im Odenwald; Ilmenau in Thüringen.

Chem. Zus. 1) Typischer Syenit, ohne Quarz und Oligoklas, vom Plauenschen Grunde, nach **Zirkel.** 2) Von der steilen Stiege im Harz, vorwaltend Hornblende, weisser Orthoklas, nach **Fuchs.** 3) Syenit vom Schönberger Thal bei Auerbach im Odenwald, ohne Quarz, aber mit etwas Glimmer, nach **G. Bischof.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure	59,83	56,36	58,90
Thonerde	16,85	20,05	20,73
Eisenoxydul	7,01	7,96	9,83
Kalkerde	4,43	7,22	5,32
Magnesia	2,61	4,12	2,01
Kali	6,57	1,70	1,80
Natron	2,44	2,74	2,09
Wasser	1,29	0,62	0,99
	101,03	100,77	101,67

Für den typischen Syenit vom Plauenschen Grunde berechnet **Zirkel** 68 % Orthoklas und 32 % Hornblende, für den Harzer **Fuchs** 33,2 % Orthoklas und 66,8 % Hornblende.

Verbreitung: Plauenscher Grund in Sachsen; Ilmenau u. a. O. im Thüringer Wald; bei Hemsbach, Sulzbach u. a. O. im südlichen Odenwald; in den Vogesen.

2) Zirkonsyenit.

Grob- bis grosskörniges Gemenge von Orthoklas und Hornblende, in welchem sich bald reichlich, bald vereinzelt, Krystalle von Zirkon einstellen. Der gewöhnlich vorwaltende Orthoklas, welcher oft in krystallinischen Individuen von ungewöhnlicher Grösse erscheint, ist graulichweiss bis grau, zeigt zuweilen schöne blaue oder bunte Farbenwandlung. Doch kommt auch noch ein anderer, braunlicher oder gelblichrother Orthoklas vor, der matt, wie zersetzt aussieht. Die Hornblende, welche ebenfalls in grossen Individuen erscheint, ist dunkelschwarz mit stark glänzenden Spaltungsflächen, oft von eigenthümlicher, dünnstengeliger Krystall-Absonderung. Die Krystalle des Zirkon von brauner oder hyazinthrother Farbe sind stets schmal, langsäulig in der Comb. $\infty P . P . 3P3 . 3P$.

Accessor. Gemength. sind ausserordentlich häufig und verleihen dem Zirkonsyenit noch besonderes Interesse. **Hausmann** zählte bereits 50 Mineralspecies auf, darunter 34 Silicate, 18 natronhaltige und 7 kalihaltige; von den zur Zeit bekannten Grundstoffen sind 31 und darunter einige der seltensten vertreten. Zu den häufigsten Mineralien im Zirkonsyenit gehören: Eläolith, derbe, stark fettglänzende Partien, von so allgemeiner Verbreitung, dass er fast wie ein wesentlicher Gemengtheil zu betrachten. Schwarzer Glimmer, in ansehnlichen Tafeln, die Hornblende oft verdrängend. Spreustein, meist mit Eläolith und Orthoklas verwachsen. Von selteneren Mineralien verdienen Wöhlerit, Melinophan, Pyrochlor, Polymygnit, Sodalith Erwähnung.

Chem. Zus. des Zirkonsyenit von Maridal im s. Norwegen, nach **Wiesnäs:** Kieselsäure 66,39, Thonerde 13,79, Kalkerde 2,03, Kali und Natron 13,15, Eisenoxyd 3,61, Wasser 1,03. S. = 100,00. Die neueste Untersuchung des schönen Orthoklas aus dem Zirkonsyenit von Laurvig durch **G. vom Rath** ergab, dass derselbe Plagioklas in Lamellen eingeschaltet enthalte und dass der Feldspath als eine Mischung von 1 Mol. Orthoklas, 3 Albit und 2 Anorthit zu betrachten.

Mikroskopische Untersuchungen des Quarz aus dem Zirkonsyenit von Laurvig ergaben **Zirkel** das merkwürdige Resultat: dass dieser Quarz die zahlreichsten und grössten Flüssigkeits-Einschlüsse enthält, die **Zirkel** je zu beobachten Gelegenheit hatte. Viele solcher liquiden Einschlüsse weisen noch in sich unzweifelhafte Würfelkrystalle auf, welche wie weitere Forschungen ergaben wohl Kochsalz sind und es wahrscheinlich machen, dass die Flüssigkeit selbst eine gesättigte Lösung von Chlornatrium sei.

Die Verbreitung des Zirkonsyenit im südlichen Norwegen, zwischen Langesund- und Christianiafjord, ferner in den Umgebungen von Maridal und Hakkedal. Auch bei Kitiksut in Grönland; Asby in Dalarne.

3) Miascit.

Körniges Gemenge von Orthoklas, Eläolith und Biotit; zuweilen treten noch Hornblende und Quarz hinzu. Die Structur meist grobkörnig.

Der Orthoklas ist von weisser oder grauer, der Eläolith von gelblichweisser Farbe. Das Gestein gewinnt bald das Ansehen des Granits, wenn der Quarz sich häufiger einstellt, bald gleicht es einem Syenit, wenn die Hornblende durch ihr Vorwalten den Eläolith verdrängt.

Accessor. Gemength. häufig, zumal Zirkon, dessen Krystalle aber viel grösser wie jene im Zirkonsyenit und von ganz anderem, pyramidalem Typus: $P . {}_3P . \infty P\infty . \infty P$. Abgesehen von dem so verbreiteten Zirkon zeigt der Miascit noch weitere Analogien mit dem Zirkonsyenit durch seinen Reichthum an accessorischen Gemengtheilen — **Rose** führt schon 29 auf — worunter mehrere beiden Gesteinen gemeinschaftlich; wie Sodalith, Wöhlerit, Pyrochlor.

Wegen seiner Verbreitung um Miask im Ural wurde das Gestein von **G. Rose** Miascit genannt.

Ein dem Miascit nahe stehendes Gestein findet sich bei Ditropatak unfern Ditro in Ostsiebenbürgen. Es besteht aus grünlichgrauem Eläolith, einem weissen Feldspath (Oligoklas) und aus Hornblende. Nach der Untersuchung von **A. Fellner** bilden 75 % Oligoklas und 25 % Eläolith die Hauptmasse. Als accessorische Gemengtheile erscheinen sehr kleine Krystalle von Zirkon, Biotit und Magneteisen.

Ditroit ein ebenfalls hierher gehöriges Gestein; grob- oder feinkörniges Gemenge von Orthoklas, Eläolith und grossen Partien von blauem Sodalith nebst hellrothem Cancrinit. Die Bauschanalyse des Gesteins durch **Fellner** ergab: 56,30 Kieselsäure, 24,10 Thonerde, 1,99 Eisenoxyd, 0,69 Kalkerde, 0,13 Magnesia, 6,79 Kali, 9,28 Natron, 1,58 Verlust. S. = 100,90. — Der lösliche Theil des Ditroit entspricht dem vorwaltenden Sodalith und dem untergeordneten Eläolith. Dies bei Ditro vorkommende Gestein wird auch als Hauynfels aufgeführt, gegen welche Benennung **Zirkel** sich mit Recht ausspricht, da sie leicht zu Verwechselungen mit dem vulkanischen Hauynophyr führt.

4) Foyait.

Körniges Gemenge von Orthoklas, Eläolith und Hornblende. Der Orthoklas meist vorwaltend in leistenförmigen, zu Zwillingen verbundenen Individuen, weiss bis graulichweiss. Eläolith, kleine krystallinische Partien von röthlichgrauer bis fleischrother Farbe und starkem Fettglanz. Hornblende in säulenförmigen Individuen, Blättchen und Körnern; grünlichschwarz oder schwarz. Structur: grob- bis feinkörnig, auch dicht oder porphyrartig durch kleine Orthoklas-Krystalle. Der dichte Foyait ist graulichgrün und gleicht gewissen „Grünsteinen".

Accessor. Gemength. Titanit in Krystallen und Körnern; Biotit-Blättchen; Körner von Magneteisen und Eisenkies. Dies von **Blum** beschriebene und benannte Gestein findet sich im südlichen Portugal im Gebirge Monchique in der Provinz Algarvien, wo es die Berge Foya und Picota bildet.

5) Monzonit.

Grob- bis mittelkörniges Gemenge, in welchem grauer bis fleischrother Orthoklas vorwaltet, neben welchem ein Plagioklas in kleineren Lamellen mit deutlicher Zwillings-Reifung von blaulicher oder grünlicher Farbe auftritt. Ferner Hornblende in schwarzen Prismen und Blättchen von Biotit.

Accessor. Gemength. besonders Titanit in der characteristischen Form; gelblichgrüne Prismen von Apatit, Körner von Magneteisen.

Von besonderem Interesse ist die neueste Untersuchung des Orthoklas aus diesem Gestein durch **G. vom Rath.** Die mikroskopische Prüfung bei polarisirtem Licht ergab, dass der Orthoklas eine Menge kleiner Plagioklas-Körner einschliesst; die Analyse wies nach, dass der Feldspath als eine Mischung von Orthoklas, Albit und Anorthit betrachtet werden muss (5 Mol. Orth., 4 Alb. und 2 An.). Weil diese Felsart — so bemerkt **Tschermak** — eine eigenthümliche Ausbildung zeigt und bei einer geringen Verbreitung in der mineralogischen Zusammensetzung so variirt, dass sie im Ganzen weder als Syenit noch als Diorit zu bezeichnen wäre, so mag es immerhin praktisch sein sie kurz Monzonit zu bezeichnen. Fundort: der Monzoniberg im Fassa.

E. Diorit-Gruppe.

Wenn man den Begriff Diorit weiter ausdehnen will — wie dies im Nachfolgenden besonders mit Rücksicht auf die **Tschermak**'sche Auffassung der Feldspathe geschehen soll — und unter Diorit ein Gemenge von Hornblende mit Plagioklas versteht, so kann man unterscheiden: 1) einen Oligoklas-Diorit, oder Diorit im engeren Sinne; 2) einen Labradorit-Diorit und 3) einen Anorthit-Diorit.

1) Oligoklas-Diorit.

(Eigentlicher Diorit. Name von *διορίζειν*, abgrenzen, von **Hauy** 1822 gegeben. — Grünstein z. Th.).

Ein meist mittelkörniges, aber auch grob- bis feinkörniges Gemenge

von **Oligoklas** und **Hornblende**, dessen Farbe, je nach dem Vorwalten eines der Bestandtheile eine verschiedene, grünliche, graulich- oder schwärzlichgrüne. Die krystallinischen Individuen des Oligoklas weiss, grünlichweiss, nur zuweilen mit deutlicher Zwillings-Reifung; die Hornblende in kleinen Säulen, Nadeln oder Körnern. Manchmal findet sich im Diorit noch Chlorit als fein vertheilter staubartiger und färbender Bestandtheil ein.

Accessor. Gemength. sind im Allgemeinen nicht sehr häufig; Eisenkies in kleinen Krystallen und Körnern, ferner Quarz in Körnern, in manchen Diorit-Gebieten nicht selten, in andern fast ganz fehlend, z. B. Thüringen.

Stellvertret. Gemength. Neben der Hornblende oder sie fast ganz verdrängend erscheint brauner oder schwarzer Biotit; so z. B. bei Weinheim im Odenwald, bei Dreihacken im Böhmer Wald, bei Schönfeld im Erzgebirge. Solche Diorite werden auch als „Glimmerdiorite" bezeichnet und es lässt sich zuweilen beobachten wie der Biotit aus der Umwandlung von Hornblende hervorgegangen. Quarz ist in den Glimmerdioriten nicht selten.

Chem. Zus. Die Zahl der bisjetzt untersuchten Diorite ist nicht gross. Es seien hier aufgeführt: 1) Hornblendereicher Diorit von der Rosstrappe im Harz und 2) feldspathreicher ebendaher, nach **Fuchs.** 3) Grobkörniger, etwas Biotit haltiger Diorit von Suhl in Thüringen, nach **Werther.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure	46,26	51,07	50,56
Thonerde	19,20	22,12	21,26
Eisenoxydul	10,06	9,28	5,57
Eisenoxyd	10,20	—	5,59
Magnesia	5,52	2,09	4,17
Kalkerde	9,17	6,11	6,35
Kali	0,21	3,25	0,37
Natron	0,53	4,11	3,61
Titansäure	—	—	0,83
Glühverlust	—	—	1,90
Wasser	0,53	1,21	—
	101,68	99,24	100,21

Mikroskop. Untersuch. In einer „vorläufigen Notiz über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Grünsteine" hat **H. Behrens** eine Reihe interessanter Beobachtungen mitgetheilt[1]), deren Resultate folgende. Neben dem triklinen Feldspath erscheint in manchen Dioriten ein klinorhombischer, neben der Hornblende nicht selten Augit. Neben den krystallinischen Bestandtheilen ist zuweilen hyalithisch polarisirende, glasartige Masse zu beobachten; ebenso Mikrolithen. Einschlüsse von Dampfporen, von Glas, von Hornblende sind im Feldspath der Diorite nur spärlich vorhanden. Die Hornblende birgt ungleich häufiger Einschlüsse: Dampfporen, Glastropfen, Feldspath- und Hornblende-Mikrolithen, Magneteisen-Körner. Sehr merkwürdig ist die Fluidal-Structur der Gesteinsmasse; die Bildung von Krystallen durch

[1]) Jahrb. f. Min. 1871, 460 ff.

parallele Aggregation von Mikrolithen bedingt. Im Diorit von Munkholmen sieht man Tausende von Hornblende-Prismen, Mikrolithen und Tropfen in nahezu parallelen Zügen.

Die Verbreitung der Diorite ist keine sehr bedeutende; im Thüringer Wald bei Ruhla, Ilmenau u. a. O.; im Harz, an der Rosstrappe; im Fichtelgebirge; im Odenwald bei Weinheim (Glimmerdiorit), in Böhmen, in den Vogesen, im Ural.

Zum Diorit gehören noch:

Dioritporphyr. Mit den gewöhnlichen Dioriten in Verbindung stehende Gesteine, deren Grundmasse aber eine dichte oder sehr feinkörnige, mit Einsprenglingen von Oligoklas und Hornblende. Die Grundmasse, aus Oligoklas und Hornblende bestehend, ist von graulichgrüner Farbe; unter den Einsprenglingen waltet bald der eine, bald der andere vor.

Verbreitung: besonders im Ural, in der Umgebung von Schemnitz in Ungarn, in den Vogesen.

Ophit. Körniges bis dichtes Gemenge von Hornblende mit Oligoklas von grünlichschwarzer Farbe. Die Hornblende waltet gewöhnlich sehr vor, so dass das Gestein wie ein Amphibolit aussieht. Gleichwohl kann man unter dem Mikroskop den feldspathigen Bestandtheil erkennen, wohl begrenzte Krystalle, die im polarisirten Lichte farbig gestreift erscheinen.

Accessor. Gemength. Eisenglanz häufig in kleinen Blättchen, richtungslos eingewachsen oder auf Klüften.

Accessor. Bestandmassen. Epidot, in feinen Streifen und Adern, als Zersetzungs-Product der Hornblende.

Verbreitung in den Pyrenäen eine sehr bedeutende, in drei unter einander parallelen Reihen im Bereich der verschiedensten Gesteine auftretend; sehr ausgezeichnet z. B. in den Umgebungen von Bagnères de Bigorre, zwischen Lourdes und Pau, beim Dorfe Lacourt unfern St. Girons, in dem bei Castillon in den Lez mündenden Vallonge, u. a. a. O.

Der Ophit bildet gleichsam ein Mittelglied zwischen Diorit und Hornblendegestein.

2) Labradorit-Diorit.

Körniges Gemenge von Labradorit und Hornblende. Der Labradorit von unrein grünlich- oder graulichweisser Farbe, zuweilen mit deutlicher Zwillings-Reifung. Die Hornblende in säulenförmigen, lebhaft glänzenden Individuen.

Als Labradorit-Diorit sind bis jetzt nur das schöne, von **Zittel** beschriebene Gestein von Schriesheim, so wie ein ebenfalls sehr schönes Gestein von Turdozak im Ural, endlich als Geschiebe bei Berlin vorkommende bekannt. Von diesen Gesteinen besitzen wir aber noch keine Analyse, sondern nur von dem feldspathigen Bestandtheil, der mit Sicherheit als Labradorit erkannt wurde. Um den Nachweis des Labradorit in den Uraler und Berliner Gesteinen hat sich **G. A. Koenig** verdient gemacht.

3) Anorthit-Diorit. (Corsit.)

Hierher gehören:

Der „Kugeldiorit von Corsica." In einem körnigen Gemenge voo graulichem Anorthit und grünlichschwarzer Hornblende liegen aus abwechselnden, concentrischen Lagen beider Mineralien bestehende

Sphäroide von 1 bis 3 Zoll Durchmesser. Der Kern dieser Sphäroide wird bald von Anorthit, bald von Hornblende gebildet.

Accessor. Gemength. Quarz in Körnchen, nicht selten. (Eines der wenigen Beispiele des Zusammenvorkommens von Quarz mit Anorthit). Biotit in Blättchen.

Fundort: bei Sartene auf der Insel Corsica.

Ein grobkörniges Gemenge von Anorthit und Hornblende findet sich am Konschekowskoi Kamen bei Bogoslowsk im Ural, in welchem die Hornblende bedeutend vorwaltend.

Ein grosskörniges Gestein am Nordabhang der Rothenburg im Kyffhäuser Gebirge. Es besteht aus bis 2 Zoll langen Hornblende-Krystallen von dunkelgrünschwarzer Farbe und bis 4 Linien grossen Körnern eines grünlichweissen Feldspathes, der nach der Analyse von **Streng** dem Anorthit am nächsten steht. Die Zusammensetzung dieses Gesteins ist, nach **Streng:** 41,81 Kieselsäure, 0,79 Titansäure, 23,89 Thonerde, 4,20 Eisenoxyd, 5,54 Eisenoxydul, 13,79 Kalkerde, 6,15 Magnesia, 1,13 Kali, 1,11 Natron, 2,96 Wasser. S. = 101,37.

Nach **Streng** dürften noch ein dioritisches Gestein von Pribram in Böhmen und gewisse Hornblendegesteine aus dem Beaujolais und Canada hierher gehören.

Als Anhang an die Diorit-Gruppe sei hier noch ein Gestein aufgeführt, welches gleichsam ein Mittelglied zwischen Diorit und Granit bildet:

Tonalit. (Adamellogranit.)

Körniges Gemenge von Plagioklas, Quarz, Biotit und Hornblende. Der Plagioklas von schneeweisser Farbe steht, nach der Analyse von **G. vom Rath** dem Andesin am nächsten und dürfte nach **Kenngott** als eine Verwachsung von Labradorit mit Oligoklas zu betrachten sein. Der reichlich vorhandene Quarz in bis 4 Linien grossen Körnern, der Biotit in sechsseitigen Blättchen von schwärzlichbrauner Farbe, die Hornblende in kurzsäuligen, schwärzlichgrünen Krystallen.

Accessor. Gemength. Orthoklas in Körnern von weisser Farbe, die in eigenthümlicher Weise von kleineren Quarz-Körnern durchwachsen sind. Orthit, kleine Prismen, Titanit in mikroskopischen Krystallen und Magneteisen in kleinen Octaedern.

Chem. Zusammens. des Tonalit nach **G. vom Rath:** 66,91 Kieselsäure, 15,20 Thonerde, 6,45 Eisenoxydul, 3,73 Kalkerde, 2,35 Magnesia, 0,86 Kali, 3,33 Natron, 0,16 Wasser. S. = 98,99.

Fundort: Der Tonalit bildet den Monte Adamello in den östlichen Alpen; der Name Tonalit wurde dem Gestein beigelegt nach dem Monte Tonale, dem bekanntesten und am leichtesten zu erreichenden Punkte wo dasselbe anstehend getroffen wird.

F. Gabbro-Gesteine.

1) Gabbro.

Körniges Gemenge von Labradorit mit Diallagit oder statt dessen mit Smaragdit. Die Structur mittel- bis grobkörnig, granitartig.

Der Labradorit in körnigen, durch das vorwaltende Brachypinakoid oft tafelförmigen Partien, auch in leistenförmigen Individuen mit zarter Zwillingsreifung von

graulichweisser, grauer, auch grünlichgrauer Farbe. Der Diallagit in tafelartigen undeutlich ausgebildeten Krystallen oder blätterigen Individuen mit der vollkommenen Spaltbarkeit nach dem Orthopinakoid von brauner, grünlichbrauner, unrein grüner, auch graulichgrüner Farbe, auf der Hauptspaltungsfläche metallartiger Perlmutterglanz. Gar nicht selten sind die Individuen des Diallagit von einer Hornblende-Rinde umgeben. Der Smaragdit in körnigen und faserigen Partien von grasgrüner Farbe.

Accessor. Gemength. Hornblende zuweilen in säulenförmigen Individuen: Harz, Veltlin. Augit in manchen Gabbros in eigenthümlicher Verbindung mit Hornblende, so namentlich im Radauthal nach **Streng.** In einem Gabbro von Cypern beobachtete **Tschermak** eine Verwachsung von Augit mit Diallagit. Biotit in Blättchen von brauner Farbe: im Harz. Quarz dürfte den meisten Gabbros fehlen; mit Sicherheit ist er nur durch **Streng** im Radauthal, Harz, bekannt. Eisen- und Magnetkies, so wie Titaneisen und Magneteisen finden sich zuweilen.

Chem. Zusammens. 1) des Gabbros aus dem Radauthal im Harz, vorwaltend aus Labradorit und Diallagit bestehend, nach **Streng;** 2) Gabbro aus der Gegend von Martinsbruck im Innthal, nach **Bunsen,** vorwaltend Labradorit mit Diallagit; 3) Gabbro von Gschwend am Wolfgangsee, grobkörnig, aus Labradorit und Diallagit bestehend, nach **F. Paul.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure . . .	53,65	51,35	49,73
Thonerde	20,77	19,82	17,37
Eisenoxyd	0,98	—	5,60
Eisenoxydul . . .	7,61	14,95	3,53
Magnesia	1,57	4,14	7,75
Kalkerde	9,16	3,51	8,14
Kali	1,61	2,52	0,84
Natron	3,33	3,69	3,00
Wasser	1,33	—	2,20
	100,01	99,98	98,16

Verbreitung: sehr ausgezeichnet in Schlesien in der Umgegend von Neurode, die Umgebung des Schlumpser Berges bildend, der „grüne Gabbro" von **G. Rose;** an den Schlegeler Bergen. Im Harz, im Radauthal bei Harzburg; am Wolfgangsee im südlichen Tyrol; bei Ronsberg in Böhmen; in Bündten, im Veltlin, im südlichen Wallis. Auf Cypern. — Die „Smaragdit-Gabbros" finden sich namentlich im südlichen Italien, bei Florenz, Prato, Genua; auf Corsica.

2) Olivin-Gabbro.

Mittel- bis grobkörniges Gemenge von Labradorit, Diallagit und Olivin.

Der Diallagit ist meist von schwärzlichbrauner bis braunlichschwarzer Farbe, dem Hypersthen ähnlich, daher früher manche dieser Gabbros für Hypersthenit gehalten wurden. Auch der Olivin zeigt eine dunklere Farbe als gewöhnlich. Im Gabbro von Volpersdorf wurde zuerst durch **G. Rose** Olivin nachgewiesen. Das Mineral findet sich hier in feinkörnigen Partien von der Grösse einiger Linien bis zu einem Zoll von dunkelschwärzlichgrüner Farbe. Im Gabbro der schottischen Insel Mull — wo **Zirkel** den Olivin entdeckte — tritt Diallagit bedeutend zurück; der Olivin erscheint in vielen dunklen, impelluciden Körnern. Ferner auf der Insel Skye; auch

hier von dunklerer Farbe, nur zuweilen in den feldspathreichen Gabbros ein ölgrünes Körnchen.

Chemische Zus. des Olivingabbros von Buchau in Schlesien, nach **G. vom Rath:** Kieselsäure 50,08, Thonerde 15,36, Eisenoxydul 6,72, Magnesia 9,99, Kalkerde 14,90, Kali 0,29, Natron 1,80, Glühverlust 1,27. S. = 100,41.

Mikroskop. Untersuchungen der Olivingabbros von Mull und Skye sind **Zirkel** zu verdanken und von hohem Interesse. Die characteristische Eigenschaft der ächten Gabbros, keinerlei amorphe Grund- oder Zwischenklemmungs-Masse zu enthalten, sondern granitische Mikrostructur zu offenbaren, mangelt auch diesen hebridischen Gliedern nicht. Die Dünnschliffe der Gabbros von beiden Inseln stimmen in mikroskopischer Beziehung so überein, dass sie nicht zu unterscheiden. Der im polarisirten Lichte buntfarbig gestreifte Feldspath führt eine seltene Menge der schönsten Flüssigkeits-Einschlüsse mit lebhaft beweglicher Libelle; ferner schwarze Nädelchen und Körner. Der Diallagit enthält nadelförmige, dunkle Mikrolithe bald nach einer Richtung, bald nach zwei sich gitterförmig durchschneidenden geordnet. Der Olivin umschliesst in grosser Menge dunkle Körnchen und schwarze Nädelchen, letztere gerade, geknickt oder streckenweise parallel angeordnet, auch hakenförmig gebogen die seltsamsten gitter- und sternförmigen Gebilde zeigend (s. Fig.). — Neuerdings (1871) hat **Hagge** mikroskopische Untersuchungen schlesischer und anderer Gabbros angestellt und ebenfalls sehr merkwürdige Resultate erhalten. Der Labradorit von Neurode enthält viele feine, schwarze Nadeln, aber in noch grösserer Menge winzige schwarze Körnchen, die manchmal in der Zwillings-Reifung parallelen Reihen geordnet. Dem Diallagit sind zahlreiche kleine braune Tafeln eingelagert; im Olivin finden sich haarförmige Gebilde. — In dem Gabbro von Valeberg bei Kragerö, Norwegen beobachtete **Hagge** den frischesten Olivin aller solchen führender Gabbros. Zuweilen sind sogar im Dünnschliff deutliche Krystall-Umrisse zu erkennen. Oft wird der Olivin von einer faserigen Rinde umsäumt.



Fundorte des Olivingabbro sind: die Umgebung von Neurode, zwischen Buchau und Volpersdorf in Schlesien, der sog. „schwarze Gabbro" von **G. Rose;** Valeberg bei Kragerö in Norwegen; die Inseln Mull und Skye.

3) Saussuritgabbro.

Körniges Gemenge von Saussurit mit Diallagit oder Smaragdit. Der Saussurit in dichten bis feinkörnigen Partien ohne alle Spaltbarkeit, meist von trüber, grünlichweisser bis grünlichgrauer Farbe. Der grasgrüne Smaragdit körnig oder faserig.

Die mikroskop. Untersuchungen von **Hagge** haben einen sehr schätzbaren Beitrag zur Kenntniss dieser Gesteine geliefert. Der Saussurit besteht aus kleinen Krystall-Nadeln und Körnern, die farblos oder blassgrün in einer wie ein farbloses Glas aussehenden Saussurit-Grundmasse liegen; das Menge-Verhältniss zwischen dieser und den Saussurit-Krystallen ist ein sehr wechselndes. Letztere sind sehr klein und undeutlich; nur zuweilen tritt ein monokliner Habitus in ihnen hervor. Die grüne Farbe des Saussurit wird wohl durch beigemengte Hornblende verursacht, die auch in zarten Nadeln in der Saussurit-Masse steckt. Der Diallagit wird ebenfalls von Hornblende-

Nadeln durchsetzt. Der Smaragdit besitzt wenig Characteristisches: grüne Lamellen oder dicke, aus Fasern bestehende Partien, die in ihrer Gesammtheit wieder Krystall-Umrisse zeigen. Flüssigkeits-Einschlüsse bemerkte **Hagge** im Diallagit des Gabbros von Rauris

Vorkommen: Saussuritgabbro findet sich bei Rosswein in Sachsen, Rauris im Salzburgischen; am Genfer See, Mont Genèvre, Monte Rosa, am Simplon, Marmels in Graubündten; Imprunetta in Toscana; auf den Nikobaren. An manchen dieser Orte sind sie mit anderen Gabbros durch Uebergänge verknüpft.

4) Hypersthenit.

(Hypersthenfels. Hyperit.)

Körniges Gemenge von Labradorit mit Hypersthen. Der gewöhnlich vorwaltende Labradorit von grauer oder graulich-weisser Farbe, oft in ansehnlichen Individuen mit deutlicher Zwillings-reifung. Die klein- bis grossblätterigen Individuen des Hypersthen braunlich- oder grünlichschwarz mit metallartigem Glanz auf der Haupt-spaltungs-Fläche (Brachypinakoid.) Die Structur mittel- bis grob-körnig; seltener feinkörnig.

Accessor. Gemengtheile. Hornblende, vereinzelte Krystalle, auch auf ähnliche Weise wie den Diallagit im Gabbro, die Individuen des Hypersthen umgebend: Thüringer Wald. Titanhaltiges Magneteisen, meist in Körnern, seltener in Krystallen: Elfdalen. Eisenkies in Körnchen.

Chem. Zusammens. 1) des grobkörnigen Hypersthenit von Penig in Sachsen, nach **Bunsen;** 2) mittelkörnigen Hypersthenit von Hrabacow in Böhmen, nach **Werther.**

	1.	2.
Kieselsäure	49,90	51,98
Thonerde	16,04	16,27
Eisenoxyd	7,81	13,53
Kalkerde	14,48	7,34
Magnesia	10,08	5,85
Kali	0,55	3,30
Natron	1,68	1,20
Wasser	1,46	2,71
	102,00	102,18

Beide Hypersthenite besitzen, zumal der Peniger, einen bedeutenden Kalkerde-Gehalt.

Verbreitung. Penig in Sachsen; Thüringer Wald; Komarow, Beraun u. a. O. in Böhmen; Elfdalen in Schweden; Farsund in Norwegen; Igaliko in Grönland; besonders aber an der Küste von Labrador, Pauls-Insel.

Anmerk. Viele der bisher als Hyperstehnit aufgeführten gehören, weil sie Diallagit enthalten, zum Gabbro. Die Verbreitung ächter Hypersthenite ist darnach eine weit beschränktere.

G. Diabas-Gruppe.

1) Diabas.

Krystallinisch körniges Gemenge von Labradorit oder Oligoklas mit Augit und Chlorit; titanhaltiges Magneteisen scheint

selten zu fehlen. Die Structur selten grobkörnig; am häufigsten feinkörnig bis mittelkörnig; zuweilen dicht; auch porphyrartig und schieferig.

Der Labradorit oder Oligoklas in tafelartigen Individuen durch vorwaltendes Brachypinakoid, auch in dichten Partien; von graulich- oder grünlichweisser Farbe. Bildet oft den vorwaltenden Bestandtheil. Der Augit in dicken, kurzsäuligen, oder in dünnen, langsäuligen Individuen, die zuweilen eine schalige Absonderung nach dem Orthopinakoid zeigen, den Uebergang in Diallagit; von schwarzer oder dunkelgrüner Farbe. Chlorit theils in runden Körnchen, von strahliger oder concentrisch-schaliger Structur, auch in zarten Krystall-Blättchen, oft in den feinsten Aederchen oder als mikroskopischer Staub den Labradorit, Oligoklas und Augit durchdringend. Es ist in der Regel ein schwer schmelzbarer, aber in Säure zersetzbarer eisenreicher Chlorit, der ohne Zweifel aus der Zersetzung des Augit hervorgegangen. Der Chlorit, schwärzlich-, lauch- bis berggrün bedingt die Farbe des Diabas („Grünstein“).

Accessor. Gemength. sind im Diabas selten. Eisenkies in Körnchen: Nassau, Thüringer Wald. Titaneisen, kleine, durch die Basis tafelartige Krystalle: Harz. Quarz scheint gar nicht vorzukommen. — In sehr feinen Streifen durch die Diabasmasse ziehend: Kalkspath.

Chem. Zusammens. Erst in den letzten Jahren sind einige Diabase näher untersucht worden, namentlich böhmische durch **Fellner:** 1) aus dem Silurgebiet von Birkenberg bei Pribram; 2) von Rostock in Böhmen; 3) von Szarvaskö in Ungarn durch **Fellner** und 4) von Monzoni in Tyrol, durch **Konya**.

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	51,58	50,74	50,04	38,18
Thonerde	14,97	17,42	10,28	10,06
Eisenoxyd	—	—	—	17,50
Eisenoxydul	18,84	12,65	18,90	9,47
Magnesia	0,47	0,40	3,24	9,72
Kalkerde	7,94	8,50	10,62	11,84
Kali	—	1,74	1,70	1,38
Natron	3,21	4,09	3,60	0,52
Wasser	3,22	Glühv. 4,56	Wass. 2,24	1,26
	100,23	100,10	100,62	99,23

Besondere Beachtung verdienen die Untersuchungen der Harzer Diabase durch **O. Schilling;** 1) körniger Diabas von Staufenberg bei Zorge; 2) kleinkörniger von Wieda am Laddekenberg; 3) körniger vom Reihersberg bei Zorge; 4) grosskörniger vom nassen Weg unfern Mägdesprung.

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	45,80	46,60	44,60	47,17
Thonerde	18,49	21,60	18,74	17,30
Eisenoxyd	5,67	2,86	5,93	4,07
Eisenoxydul	4,90	6,40	4,89	5,81
Magnesia	5,74	6,48	6,15	5,59
Kalkerde	12,70	9,25	12,56	14,10
Kali	0,60	0,94	4,20 (Kali + Natron)	0,39
Natron	3,20	3,20		2,42
Wasser	3,24	3,19	3,43	3,71
	100,34	100,88	101,03	101,07

Anmerk. Nr. 2 enthielt noch 0,45 Kohlensäure; Nr. 3 aber 0,53 und Nr. 4 0,57 Manganoxydul.

Nach der Berechnung von **O. Schilling** besteht:

Nr. 1 aus 62,4 %	Labradorit,	32,7 %	Augit	und	4,9 %	Magneteisen.	
Nr. 2 aus 70	„	29	„		1	„	
Nr. 3 aus 70,15	„	20	„		9	Chlorit.	
Nr. 4 aus 52	„	40	„	und	7	„	1 Magneteisen.

Der feldspathige Bestandtheil in den Diabasen des Harz ist nach **Schilling** Labradorit (d. h. eine Mischung von 2 Anorth. und 1 Alb.). Hingegen hebt es **Liebe** für die Diabase des sächsischen Voigtlandes und des Frankenwaldes hervor, dass in solchen stets Oligoklas der Gemengtheil. — Was den chloritischen Bestandtheil betrifft, so hat **Liebe** den der sächsischen Diabase mehrfachen Analysen unterworfen und eine besondere Species Diabantachronnyn aufgestellt, welche indess nach der Ansicht von **Kengott** zum Chlorit gehört.

In letzter Zeit wurden die Diabase aus Nassau durch **R. Senfter** einer sehr eingehenden Untersuchung unterworfen und sehr merkwürdige Resultate erzielt. Was **Th. Petersen** schon früher aussprach, hat sich bestätigt: Die Diabase aus Nassau (und Franken) enthalten Oligoklas als Bestandtheil, neben dem zuweilen noch Labradorit auftritt; ferner Augit, Chlorit, titanhaltiges Magneteisen und Apatit. Von **Senfters** sorgfältigen Analysen seien nur einige angeführt, nämlich: 1) Feinkörniger Diabas vom Odersbacher Weg bei Weilburg; 2) grobkörniger vom Lahntunnel bei Weilburg; dann 3) von Kupferberg in Oberfranken.

	1.	2.	3.
Kieselsäure	46,04	48,62	45,03
Titansäure	1,46	1,86	0,33
Thonerde	17,35	16,25	17,59
Eisenoxyd	1,21	3,42	3,92
Eisenoxydul	10,59	9,12	7,80
Manganoxydul	0,41	—	—
Magnesia	6,41	4,93	6,13
Kalkerde	5,56	5,91	10,66
Kali	2,11	1,60	1,41
Natron	3,75	5,23	3,81
Kohlensäure	0,35	0,13	0,40
Phosphorsäure	0,64	0,36	0,33
Wasser	3,70	3,36	3,39
	99,67	100,79	101,02

Anmerk. Nr. 3 enthielt noch 0,12 Schwefel.

Verbreitung der Diabase viel bedeutender wie die der Diorite, zumal in Deutschland, wo sie besonders in der sog. Uebergangs-Formation zu Hause sind: im Harz bei Elbingerode, Goslar u. a. O.; in Nassau bei Dillenburg, Weilburg u. a. O.; in den Ruhrgegenden in Westphalen; bei Berneck im Fichtelgebirge; Plauen u. a. O. in Sachsen; Friedrichroda im Thüringer Wald; in Böhmen und Tyrol; bei Christiania; auf der canarischen Insel Palma.

Diabas und Diorit, welche auch unter der allgemeinen Benennung „Grünstein" aufgeführt werden, sind oft schwer von einander zu unterscheiden. Anhaltspunkte

bieten die grosse Seltenheit des Quarz und die Seltenheit von Glimmer im Diabas und deren Häufigkeit im Diorit. Manche Diabase brausen mit Säure.

2) Diabasporphyr.

In der feinkörnigen bis dichten Diabas-Grundmasse (sog. Aphanitmasse) liegen Einsprenglinge von Labradorit oder Oligoklas oder auch von Augit; nicht selten treten gleichzeitig neben Krystallen des letzteren noch solche eines der Feldspathe auf.

Labradorit- und Oligoklasporphyr.

Die graulich- bis schwärzlichgrüne Grundmasse, welche häufiger dicht, seltener körnig waltet gewöhnlich gegenüber den Einsprenglingen vor, die sich mehr vereinzelt in ihr einstellen. Die Krystalle des Labradorit (oder Oligoklas) sind selten sehr scharf ausgebildet, vielmehr unregelmässig begrenzt und immer Zwillinge, die zuweilen deutlich die Zwillings-Reifung zeigen. Dies sind die schmalen langgestreckten Individuen. Andere, durch Vorwalten des Brachypinakoids tafelartige Individuen lassen sie nicht wahrnehmen. Die Grösse der Krystalle ist gering; ihre Farbe meist grünlichweiss bis hellgrün. Dieselbe ist durch Chlorit bedingt, den man zuweilen auch in mikroskopischen Theilchen in den Krystallen, häufiger in etwas grösseren, rundlichen Concretionen in der durch ihn gefärbten Grundmasse erkennt.

Labradoritporphyre scheinen hauptsächlich im Harz, in Westphalen, in den Vogesen, in Morea vorzukommen; Oligoklasporphyre in Nassau, in Sachsen.

Chem. Zus. Es sind besonders Labradoritporphyre des Harzes durch **Streng**, der Vogesen und aus Morea durch **Delesse** untersucht worden. Die Analysen gewinnen noch weitere Bedeutung, weil von einigen Gesteinen nicht allein die Grundmasse, sondern auch der feldspathige Einsprengling, d. h. Labradorit, untersucht wurde. Es seien hier folgende aufgeführt. 1) Labradoritporphyr von Belfahy in den Vogesen: a. Grundmasse, b. Labradorit; 2) Labradoritporphyr (sog. Porfido verde antico) von Morea: a. Grundmasse, b. Labradorit; 3) Labradoritporphyr von Elbingerode im Harz: a. Grundmasse, b. Labradorit.

	1.		2.		3.	
	a.	b.	a.	b.	a.	b.
Kieselsäure	53,45	52,89	53,55	53,20	57,57	51,11
Thonerde	22,26	27,39	19,34	27,31	16,27	30,90
Eisenoxydul	8,12	—	7,55	—	5,88	2,03
Eisenoxyd	—	1,24	—	1,03	1,88	—
Manganoxydul	0,96	0,30	0,85	—	0,08	—
Magnesia	3,65	—	—	1,01	4,34	0,52
Kalkerde	3,68	5,89	8,02	8,02	7,74	12,71
Kali	2,39	4,58	7,93	3,40	2,62	0,84
Natron	5,49	5,29	—	3,52	2,06	2,80
Wasser	—	2,28	2,67	2,28	0,63	0,67
	100,00	99,86	100,00	100,00	102,80	101,58

Anm. 3, a. enthielt 3,73 Kohlensäure.

3) Augitporphyr.

Die dichte oder feinkörnige Grundmasse ist gewöhnlich dunkler wie jene der Labradoritporphyre; schwärzlichgrün bis graulichschwarz,

auch grünlichgrau. In ihr liegen kurzsäulige, seltener langsäulige Krystalle von Augit, grünlichschwarz bis dunkelgrün, von muscheligem Bruch. Neben ihnen treten nicht selten Labradorit-Krystalle auf; oft viele an der Zahl aber sehr klein.

Die dicken, kurzsäuligen Augitkrystalle zeigen die Combination: $\infty P . \infty P \infty . \infty P \infty . P$, wozu noch öfter das Hemidoma $\frac{1}{2} P \infty$ mit seinen gerundeten Flächen tritt.

Accessor. Gemength. Hier verdient Beachtung das merkwürdige Vorkommen von Olivin im südlichen Tyrol, an der Giumella-Alpe, bei Forno und Latemar, worauf **Tschermak** aufmerksam machte. Magneteisen-Körnchen sind häufig; auch Apatit in feinen Nadeln. — Schöne Pseudomorphosen von Grünerde nach Augit finden sich bei Pozza in Tyrol.

Chemische Zussetzg. 1) des Augitporphyr von St. Christina im Grödnerthal nach **Pawel**; 2) des Augitporphyr von Predazzo nach **Holecek.**

	1.	2.
Kieselsäure	48,44	48,79
Thonerde	14,54	20,37
Eisenoxyd	11,08	3,32
Eisenoxydul	0,76	5,17
Magnesia	6,89	3,81
Kalkerde	9,72	7,63
Kali	4,07	2,28
Natron	0,08	2,71
Glühverlust	0,47	—
Kohlensäure	0,20	2,97
Wasser	3,85	1,94
	100,10	99,00

Verbreitung: sehr ausgezeichnet im südlichen Tyrol; Pozza-Alpe, Predazzo, Forno im Fleimserthal u. a. O.; in Siebenbürgen bei Tekerö und Mihaleny; Umgebung von Holmestrand in Norwegen; im Ural.

Uralitporphyr. In dichter, graulich- bis schwärzlichgrüner Grundmasse liegen Krystalle von Uralit, d. h. der bekannten metasomatischen Pseudomorphose von Hornblende nach Augit. Die Krystalle lassen jene eigenthümliche faserige Textur und Spaltbarkeit wahrnehmen, die der Uralit zeigt; sie sind von schwärzlichgrüner Farbe. Nicht selten bergen dieselben noch einen Kern von Augit. — Uralitporphyre sind namentlich im Ural verbreitet, in den Umgebungen von Katharinenburg und Miask; ferner im südlichen Tyrol, am Mulatto gegen den Viezena zu. Die Veränderung hat hier — wie **Tschermak** bemerkt — nicht allein den Augit betroffen; die mikroskopische Betrachtung der Grundmasse lehrt, dass solche aus einem krystallinischen Gewirre von fast farblosen Körnern nebst schwarzen Säulchen und schwarzen Körnern besteht, die wohl als Plagioklas und Magneteisen zu deuten.

Augitporphyr-Mandelstein. Die Augitporphyre werden häufig von Mandelsteinen begleitet. Dies ist namentlich im südlichen Tyrol der Fall, wo die Blasenräume mit den verschiedensten Mineralien ausgekleidet sind, unter welchen besonders Zeolithe für den Augitporphyr-Mandelstein characteristisch; so die schönen Stilbite (Heulandite) in der Comb. $\infty P \infty . \infty P \infty . P \infty . {}_2P . \frac{2}{3} P . {}_2P \infty$ von ziegelrother Farbe: Fassathal; Apophyllit in den bekannten tafelartigen Kry-

stallen $0P . \infty P\infty . P$ auf der Seisser Alpe; Analcim: ${}_2O_2$ oder $\infty O\infty . {}_2O_2$: Fronbach, Cipit.

Kalkdiabas (Blatterstein.) In der dichten Diabasmasse liegen Kügelchen von Kalkspath. Die Farbe der, zuweilen erdigen Grundmasse grünlichgrau; sie enthält ziemlich viel Chlorit. Die Kalkspath-Kugeln sind rund oder ellipsoidisch, flach, von grünlichweisser Farbe, oft durch Chlorit gefärbt oder mit einer feinen Hülle von Chlorit überzogen. Elbingerode im Harz; Dillenburg, Nanzenbach u. a. O. in Nassau; Hof im Fichtelgebirge.

Variolit. Eine dichte oder sehr feinkörnige Diabasmasse umschliesst Concretionen, welche Erbsen- bis Nussgrösse erreichen und mit jener fest verwachsen sind, vollständig in sie verfliessen und erst durch die Verwitterung deutlicher hervortreten. Die Farbe der Concretionen wechselt zwischen weiss, grünlichweiss und grünlichgrau; durch Zersetzung werden sie braun. Zuweilen liegen die Concretionen vereinzelt in der Grundmasse oder so häufig, dass sie letztere verdrängen und die Concretionen in einander verfliessen. Ihre Structur ist eine radiale: Gewöhnlich bestehen sie aus einem feldspathigen, dem Labradorit nahe stehenden Mineral oder aus Epidot. Manchmal sind die Concretionen aus abwechselnden Lagen beider zusammengesetzt. Tringenstein, Oberscheld in Nassau; bei Hof in Bayern und im Voigtland; an der Durance, am Mont Genèvre in den Alpen, Bramont in Savoyen.

H. Schillerfels (Serpentinfels.)

Unter diesem Namen seien hier einige Gesteine zusammengefasst, welche aus Kalkfeldspath (Anorthit), aus Olivin oder Serpentin und aus Diallagit oder Enstatit (Bronzit) bestehen.

Schillerfels vom Radauthal im Harz. Dieses Gestein besteht nach den sorgfältigen Untersuchungen von **Streng** aus Anorthit, Enstatit (Protobastit), aus Schillerspath (Bastit), Schillerstein, Diaklas, Serpentin und Magneteisen. Der Anorthit findet sich entweder krystallisirt, aber nicht mit deutlichen äussern Krystallflächen, oder dicht, von weisser Farbe. Der Protobastit in grösseren oder kleineren krystallinischen Individuen, die nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar, hellbraun bis grünlichgelb, mit perlmutterartigem Glasglanz auf dem Hauptblätterdurchgang ohne den metallischen Schimmer des Schillerspathes. **Streng** unterscheidet: 1) Protobastitfels, ein Gemenge von krystallisirten Individuen von Anorthit mit Protobastit (d. h. Enstatit). 2) Serpentinfels, ein Gemenge von dichtem Anorthit mit Protobastit, der theilweise oder ganz durch Schillerstein oder Serpentin vertreten. 3) Serpentin. Der Anorthit tritt zurück und der Protobastit wird meist durch Schillerstein oder Serpentin ersetzt, welche beide von chromhaltigem Magneteisen durchdrungen werden. Diese verschiedenen Gesteins-Abänderungen sind durch die mannigfachsten Uebergänge mit einander verbunden, bedingt durch die verschiedensten Umwandelungs-Processe. Denn der Diaklas und Bastit sind nur mehr oder weniger veränderter Enstatit (Protobastit). Der sog. Schillerstein ist nach den neueren Untersuchungen von **G. Tschermak** ein Gemenge von Olivin und Serpentin, von lauch- bis olivengrüner Farbe. Dies Gemenge bildet auch Einschlüsse im Enstatit und dessen Umwandelungs-Producten, in Folge dessen sie von einer dunklen Masse durchspickt erscheinen.

Chem. Zus. 1) Der Protobastitfels vom Radauberge, mittelkörnig, besteht aus

Anorthit, Enstatit und dem sog. Schillerstein. 2) Serpentinfels, aus Anorthit und Schillerstein, beide nach **Streng.** (Siehe weiter unten.) Fundort im Radauthale oberhalb Harzburg.

Serpentinfels oder Forellenstein von Neurode. Ein mittel- bis grobkörniges Gemenge von Anorthit, Olivin und Serpentin und Diallagit. Der Anorthit in weissen, körnigen Partien, Olivin und Serpentin bilden ein Gemenge, welches die Hauptmasse des Gesteins ausmacht, von dunkelgrüner Farbe. Der Diallagit in kleinen Blättchen. Das Gestein gleicht sehr dem Harzer, mit welchem es auch in seiner chemischen Zusammensetzung übereinstimmt (Nr. 3), wie dies **G. vom Rath** nachgewiesen hat.

Schillerfels vom Altthal bei Reps in Siebenbürgen. Dies von **G. Tschermak** beschriebene Gestein besteht aus Anorthit, Diallagit und Enstatit, aus Olivin. Der nur spärlich vorhandene Anorthit in weissen rundlichen Körnchen. Der Diallagit, öl- bis lauchgrün, in sehr vollkommen spaltbaren Körnern, oft von Olivin durchspickt. Der Enstatit, braunlichgrüne, vollkommen spaltbare Körner, in etwas grösserer Menge vorhanden wie der Diallagit, wie dieser von Olivin durchspickt und in Schillerspath umgewandelt. Der Olivin bildet körnige Aggregate von schwärzlichgrüner Farbe, welche von feinen schwarzen Serpentin-Adern durchwebt werden. Die Beimengung von Serpentin und staubförmigem, den Serpentin färbendem Magneteisen machen den Olivin ganz unkenntlich. Eine Analyse dieses Gesteins führte **J. Barber** (Nr. 4) aus.

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	49,23	42,02	41,13	42,77
Thonerde	25,12	13,89	13,56	7,48
Eisenoxyd	1,30	4,68	2,19	3,34
Chromoxyd	0,03			—
Eisenoxydul	3,29	3,19	6,19	4,79
Manganoxydul	0,34	—	—	—
Magnesia	8,92	20,97	22,52	30,11
Kalkerde	12,57	8,01	6,72	6,50
Kali	0,99	0,44	0,83	0,10
Natron		0,36	0,96	0,50
Wasser	0,64	6,64	8,30	3,28
	102,46	100,20	102,40	98,87

Schillerfels von Resinar bei Hermannstadt in Siebenbürgen. Ein körniges, dunkelolivengrünes Gestein, dessen Hauptmasse von Körnern von Olivin gebildet wird, zwischen denen feine, schwarzgrüne Serpentin-Adern liegen; von Diallagit in länglichen, glänzenden Körnern und Anorthit in bis linsengrossen Partien von weisser Farbe.

Schillerfels von Uldkjen bei Drammen in Norwegen. Ein wohl dem Neuroder Forellenstein nahe stehendes Gestein.

I. Olivinfels.

(Lherzolith, nach dem See Lherz in den Pyrenäen. Dunit, nach dem Berge Dun auf Neuseeland.)

Körniges Gemenge von Olivin, Enstatit, Diopsid mit Picotit; von grüner, graulich- bis olivengrüner Farbe und ansehnlicher Härte

Der Olivin bildet, zumal in dem typischen Gestein vom See Lherz, noch mehr aber im sog. Dunit, den vorwaltenden, über die Hälfte ausmachenden Bestandtheil. Der Enstatit, dessen Individuen deutlich spaltbar unter 93° und 87°, die Spaltungs-Flächen eigenthümlich faserig, von grünlichgrauer, graulichbrauner Farbe. Der Diopsid bildet Körner von smaragd- bis dunkelgrüner Farbe (die oft leicht für Olivin zu halten). Picotit (chromhaltiger Spinell) in Körnchen, seltener in kleinen Octaedern von schwarzer Farbe. Die, bis stecknadelkopfgrossen Körnchen setzen oft feine aneinander gereihte Schnüre zusammen. Die Structur wechselt sehr; einerseits grob- und mittelkörnige, anderseits so feinkörnige Abänderungen, dass man einen Serpentin vor sich zu haben glaubt.

Accessor. Gemength. Pyrop, in bis erbsengrossen Körnern: Ultenthal, Tyrol. Chromeisen in Körnern: Dun-Berg auf Neuseeland.

Chem. Zus. **Damour** hat bekanntlich (1862) gezeigt, dass der sog. Augitfels oder Lherzolith aus den Pyrenäen aus den oben genannten Mineralien bestehe und Analysen der vier Gemengtheile ausgeführt, welche für Enstatit, Diopsid und Picotit einen Chromoxyd-Gehalt constatirten. — In neuerer Zeit wurde durch **Hauan** eine Bauschanalyse des norwegischen Olivinfels von Kalohelmen ausgeführt, während **Rammelsberg** den Olivinfels vom Dreiser Weiher untersuchte; derselbe besteht aus Olivin, Enstatit, Diopsid und Picotit.

Kalohelmen.		Dreiser Weiher.				
Kieselsäure	37,42	Zersetzbarer Theil	Kieselsäure	27,41	= 68,50	40,02
Thonerde	0,10		Magnesia	34,24		49,98
Magnesia	48,22		Eisenoxydul	6,85		10,00
						100,00
Eisenoxydul	8,88	Unzersetzbarer Theil	Kieselsäure	15,57	= 29,69	52,45
Manganoxydul	0,17		Thonerde	1,74		5,86
Nickeloxyd	0,23		Magnesia	8,35		28,12
Glühverlust	4,71		Kalkerde	2,29		7,71
			Eisenoxydul	1,74		5,86
	99,73				98,19	100,00

Verbreitung. Der Olivinfels, als welchen — wie bemerkt — **Damour** den sog. Augitfels erkannte, findet sich in den Pyrenäen in der Umgegend des Sees oder Teiches Lherz, bei Vic dessos, bei Eaux-bonnes u. a. O.; ferner bei Beyssac im Depart. der Haute-Loire. — Durch **F. v. Hochstetter** wurde (1859) auf Neuseeland, am 4000 F. hohen Dun-Berge der Olivinfels entdeckt. In Deutschland ist das Gestein vom Ultenthal in Tyrol bekannt, dann durch **Sandberger** bei Wallenfels unfern Tringenstein in Nassau, bei Konradsreuth unweit Hof in Franken nachgewiesen worden. Ferner in Norwegen, nach **Kjerulf,** im Vandalvthale, im Bergenstift an der Westküste und im Muruthale. — Es gehören aber auch zum Olivinfels die in verschiedenen Basalten eingeschlossenen Olivinmassen, welche ausser Olivin Enstatit, Diopsid, Picotit enthalten, wie z. B. von Kosakow in Böhmen, Stempel bei Marburg, Naurod bei Wiesbaden, Unkel bei Bonn, die Olivin-Bomben vom Dreiser Weiher. — Der merkwürdige Zusammenhang zwischen Olivinfels und Serpentin hat mehr und mehr Aufmerksamkeit erregt und ist besonders durch **Sandberger** in seiner vortrefflichen Abhandlung über Olivinfels eingehend betrachtet worden.

K. Pikrite und Teschenite.

Diese beiden Gesteine, deren nähere Kenntniss wir **G. Tschermak** verdanken, schliessen sich in geologischer Hinsicht eng aneinander an. Beide treten in den schlesischen Karpathen, sowohl bei Teschen, als bei Neutitschein, an vielen Punkten neben einander auf.

Pikrit.

Deutlich krystallinische bis feinkrystallinische Masse von schwärzlich-grüner Farbe, in welcher Krystalle von Olivin liegen, fast die Hälfte des Gesteins ausmachend. Er ist mit demselben so innig verwachsen, dass man ihn kaum erkennt und daher auch lange übersehen hat. Die Grundmasse ist bei den verschiedenen Abänderungen des Pikrits nicht immer dieselbe. Es treten nämlich Krystalle von Hornblende, Diallagit und Biotit in der Art darin auf, dass immer die Krystalle einer Art überwiegen. Ausserdem sieht man Magneteisen, zuweilen Kalkspath, endlich eine fast farblose Masse, welche die Zwischenräume erfüllt und theils aus einem Gewebe von Mikrolithen, theils aus einem structurlosen, einfach brechenden Glase besteht. Deutliche Feldspath-Lamellen wurden nicht beobachtet.

Chem. Zus. des Pikrit von Söhle, nach **G. Tschermak:** 38,9 Kieselsäure, 10,3 Thonerde, 4,9 Eisenoxyd, 7,0 Eisenoxydul, 23,6 Magnesia, 6,0 Kalkerde, 0,8 Kali, 1,3 Natron, 1,8 Kohlensäure und 4,5 Wasser. S. = 99,1.

In den Umgebungen von Neutitschein, bei Söhle, Schönau u. a. O.

Teschenit.

Deutlich krystallinische bis grobkrystallinische Masse, bestehend aus körnigem triklinen Feldspath, nach **Tschermak** Anorthit, von grünlichweisser Farbe, aus langen, schwarzen, stark glänzenden Hornblendesäulen, die öfter von schwarzen Augit-Prismen ersetzt werden, ferner aus weissem Analcim von hexaedrischer Spaltbarkeit, der mit dem feldspathigen Bestandtheil innig verwachsen ist.

Es lassen sich besonders zwei Abänderungen: Hornblende führender und Augit führender Teschenit unterscheiden.

Chem. Zus. des schönen (wie Diorit aussehenden) Hornblende führenden Teschenits von Boguschowitz nach **Juhasz:** 44,39 Kieselsäure, 16,83 Thonerde, 6,69 Eisenoxyd, 4,60 Eisenoxydul, 3,59 Magnesia, 9,28 Kalkerde, 3,89 Kali, 3,80 Natron, 1,25 Phosphorsäure, 0,38 Fluor, 3,76 Wasser. S. = 98,46. Das Gestein hat demnach eine sehr basische Zusammensetzung. Die Phosphorsäure entspricht 3% Apatit. **Tschermak** berechnet für den feldspathigen Bestandtheil etwa 30%, für die Hornblende 30%, für Analcim 27% und für Magneteisen 6%.

Die Verbreitung des Teschenit ist bedeutender, wie die des Pikrit; besonders ausgezeichnet in den Umgebungen von Boguschowitz.

L. Eklogit.

(Name von εκλογη, Auswahl, wegen der Schönheit des Gesteins. Smaragditfels. Omphacitfels.)

Körniges Gemenge von rothem Granat mit Smaragdit (oder auch gemeine Hornblende) oder mit Omphacit, wonach man die Eklogite in Hornblende führende und in Omphacit führende unterscheiden kann.

Der Granat erscheint in Körnern, seltener in deutlichen Rhombendodekaedern (Eppenreuth und Fattigau im Fichtelgebirge) von rother bis rothbrauner Farbe. Der oft vorherrschende grasgrüne Smaragdit in strahligen, faserigen Partien. Der Omphacit bald in Stengeln von lauchgrüner, bald in Körnern von grasgrüner Farbe. Die Structur klein-, mittel- bis grobkörnig, zuweilen auch porphyrartig, wenn in dem vorwaltenden Smaragdit die Körner des Granat eingebettet.

Accessor. Gemength. finden sich in den Eklogiten sehr häufig; besonders Disthen (Cyanit) in Kryställchen, Blättchen und strahligen Partien von himmelblauer bis tiefblauer Farbe; ferner Muscovit in Blättchen und Eisenkies in kleinen Krystallen und Körnern. Auch Quarz ist in einigen Eklogiten in Körnchen nachgewiesen (Eppenreuth, Saualpe) so wie Olivin bei Gurhof in Niederösterreich. Endlich stellt sich auch Saussurit zuweilen ein. — Neuerdings hat **Sandberger** auf den Reichthum der oberfränkischen Eklogite an accessorischen Gemengtheilen aufmerksam gemacht; sie enthalten: Disthen, Karinthin, Muscovit, Biotit, Oligoklas, Quarz, Hyacinth, Olivin, Apatit, Titanit, Magnetkies und Eisenkies.

Mikroskop. Untersuch. **R. v. Drasche,** dem wir eine recht werthvolle Abhandlung über Eklogit verdanken, hat Dünnschliffe des Gesteins von verschiedenen Fundorten untersucht und das sehr merkwürdige Resultat ermittelt: dass sich stets um die Körner des Granat eine ziemlich breite Zone schön grüner Hornblende abgesetzt hat, selbst in solchen Eklogiten, wie z. B. der von der Saualpe, die sonst Hornblende frei. In den Hornblende führenden Eklogiten kommen meist zweierlei Arten von Hornblende vor; die um die Granaten krystallisirte ist grasgrün und besitzt starken Dichroismus, die andere erscheint in grösseren, deutlich spaltbaren Individuen von brauner Farbe mit schwächerem Dichroismus.

Verbreitung. Hornblende führende Eklogite finden sich bei Fattigau im Fichtelgebirge, Heiligenblut in Kärnthen, Greifendorf in Sachsen, Hasslach in Baden. Omphacit-Eklogite kommen vor sehr ausgezeichnet im Fichtelgebirge bei Eppenreuth, Hof, Silberbach, Weissenstein bei Stammbach, dann bei der Saualpe in Kärnthen, Bacher-Gebirge in Steyermark, bei Gurhof in Niederösterreich.

Disthenfels (Cyanitfels) ist ein Eklogit-Gestein in welchem blauer Disthen den vorwaltenden Gemengtheil bildet mit Granat, Smaragdit und Muscovit. Fundort: Insel Syra.

M. Melaphyre und Palatinite.

1) Melaphyr.

(Name von μελας, schwarz, und von der Endsilbe des Wortes Porphyr. — Sehr treffend sagt **Zirkel:** Der Name wurde lediglich nach dem äusseren Ansehen aufgestellt, ohne bestimmtes Bewusstsein der eigentlichen chemischen Constitution und alles Mögliche wurde, gerade wenn und weil man nicht zu ermitteln vermochte, wor-

aus es bestand, ein halbes Jahrhundert lang Melaphyr genannt. Daher denn auch die endlosen Discussionen, was der Melaphyr sei und die Bestrebungen etwas gemeinsam Characteristisches für ihn zu ergründen — zwecklos, weil er niemals etwas festes gewesen ist und voraussichtlich das verschiedenartigste begreift).

Kryptokrystallinische, dichte, seltener feinkörnige Masse, welche vorwaltend aus einem Plagioklas besteht, der Andesin oder Oligoklas, mit etwas titanhaltigem Magneteisen und mit Augit (oder auch Hornblende); und meist noch ein eisenreicher Chlorit. Nur selten erkennt das freie Auge ausgeschiedene Krystalle. Die Farbe ist schwarz, ins grünlich- bis braunlichschwarze, wenn das Gestein noch nicht in so vorgerücktem Zustand der Zersetzung; bei weiterem braunliche, grauliche oder grünliche Farben zeigend. H. = 5,5 — 6. G. = 2,6. V. d. L. nicht schwierig schmelzbar. Gibt im Kolben Wasser.

Dass die Melaphyre gewöhnlich in einem gewissen Stadium der Zersetzung begriffen, gibt sich auch kund durch das Aufbrausen mit Säure, durch den Thongeruch beim Anhauchen.

Die Structur der Melaphyre ist, wie bemerkt, eine dichte; in den meisten Verbreitungs-Gebieten sind dichte Abänderungen die herrschenden. Porphyrartige Structur kommt auch häufig vor; die ausgeschiedenen Plagioklas-Krystalle entziehen sich aber durch ihre Kleinheit meist der Bestimmung.

Accessor. Gemengtheile sind selten; zuweilen ein broncegelber oder brauner Glimmer.

Da die Melaphyre verschiedener Gegenden auch eine etwas verschiedene Zusammensetzung besitzen, seien im Nachfolgenden einige aufgeführt, deren Kenntniss in den letzten Jahren genauer ermittelt.

Die am südlichen Rande des Riesengebirges in Böhmen auftretenden Melaphyre hat **G. Tschermak** eingehend beschrieben. Sie erscheinen im Gebiete des Rothliegenden und lassen sich als ältere und jüngere unterscheiden. Die älteren zeigen eine gleichförmige, krystallinische Ausbildung, schwarze, dunkelgrüne Farbe. Sie bestehen aus einem vorwaltenden Plagioklas, der zuweilen deutlich gereifte Lamellen erkennen lässt, aus Magneteisen und Eisenchlorit, der in Säure löslich und die Feldspath-Lamellen färbt. Augit enthalten die älteren Melaphyre nicht. Die jüngeren sind feinkörnig mit schwachem Schimmer. Sie enthalten als Bestandtheile: Plagioklas, Magnetit, Augit oder Hypersthen, ein in Säure auflösliches Eisensilicat, vielleicht Chlorophäit in feiner Vertheilung; bei einigen war Apatit in zarten Nadeln und Olivin aufzufinden. Während die jüngeren Melaphyre sich also von den älteren dadurch unterscheiden, dass sie ein Mineral enthalten, welches zum Augit oder Hypersthen gehört, haben sie das gemein: dass sie keine Hornblende enthalten.

Die Melaphyre des südlichen Tyrol, welche unter Anderen besonders **v. Richthofen** eingehend beschrieb, wurden neuerdings ebenfalls von **G. Tschermak** untersucht. Sie haben ihre grösste Verbreitung bei Predazzo, am Mulatto und Viezena. Die ausgezeichneten Abänderungen haben porphyrische Ausbildung und grünlichgraue Farbe. Als wesentliche Gemengtheile sind Plagioklas, Augit und Magneteisen zu betrachten. Der Plagioklas, wahrscheinlich Oligoklas, meist trübe,

grünlichweiss bis grünlichgrau. Der Augit in Krystallen der bekannten Form, zuweilen mit einem faserigen, an Hypersthen erinnernden Bruch. Magneteisen in Körnern und Krystallen in allen Melaphyren. Hornblende findet sich nach **Tschermak** im Val di Rif in feinen Prismen als Vertreter des Augit. Endlich beobachtete **Tschermak** auch Nadeln von Apatit, Körnchen von Olivin.

Die Melaphyre der niederen Tatra in Ungarn, welche im Triasgebiete auftreten, hat **H. Höfer** sehr sorgfältig untersucht. Am meisten sind auch hier dichte Melaphyre verbreitet. Ausserdem deutlich krystallinische und porphyrartige. In letzteren kommen die feldspathigen Einsprenglinge zuweilen in halbzölligen Individuen vor und machten eine Analyse möglich, welche ergab dass solche dem Andesin angehören. Aber auch die Gesteinsmasse besteht vorwaltend aus Andesin, etwas Magneteisen und einem Eisensilicat. Auf seine Untersuchungen gestützt und deren Vergleichung mit anderen glaubt **Höfer,** dass überhaupt in den Melaphyren Andesin als feldspathiger Bestandtheil anzunehmen sei.

Chemische Zusammensetzung. Von den zahlreichen Analysen, welche wir von Melaphyren besitzen, seien hier nur einige der neuesten und im Vorhergehenden näher geschilderten angeführt. 1) Aelterer Melaphyr von Kozinek im Riesengebirge, nach **G. Tschermak** und 2) jüngerer von Kostalow nach **Mikula;** 3) Dichter, Oligoklas und Augit enthaltender vom Mulatto in Tyrol, nach **Szameit;** 4) Schwarzvioletter, dichter (typischer) aus dem Blumenthal bei Grenitz in Ungarn, nach **H. Höfer.**

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	52,34	53,18	52,95	52,75
Thonerde	15,88	18,43	19,25	10,80
Eisenoxyd	8,51	6,46	4,57	20,24
Eisenoxydul	3,31	3,46	4,69	3,84
Magnesia	5,40	4,55	4,12	0,41
Kalkerde	7,74	6,85	9,12	2,36
Kali	1,05	2,56	2,42	1,54
Natron	3,10	3,05	2,09	3,62
Wasser	2,10	1,98	0,71	3,10
Kohlensäure	—	—	0,34	1,99
	99,43	100,52	100,26	100,65

Mikroskopische Untersuchung. Ausser den oben bereits gegebenen Andeutungen mögen noch einige weitere hier folgen. Nach **Zirkel** sind die Melaphyre keineswegs bis in ihre kleinsten Theile krystallinisch ausgebildet. Zwischen grösseren (makroskopischen) und mikroskopischen Krystallen liegt — bald reichlicher, bald spärlicher — eine amorphe, nicht individualisirte Masse, die stark oder fast ganz entglast. Dunkle Körnchen, schwarze Nadeln, braune Keulchen, helle Fasern, alles Gebilde die nicht als eigentliche Gemengtheile auftreten, sondern als Producte der theilweisen Entglasung der amorphen Zwischenmasse. Nepheline scheinen nicht häufig vorzukommen; eher Olivine. Fluctuations-Structur beobachtete **Zirkel** sehr ausgezeichnet am Melaphyr von Zwickau in Sachsen.

Melaphyrmandelstein. In vielen ihrer Verbreitungs-Gebiete werden Melaphyre von Mandelsteinen begleitet. Wenn schon die Masse der ersten gewöhnlich in einem Zersetzungs-Zustande begriffen, so gilt dies in noch höherem Grade von letztern; sie befindet sich oft in einem völlig erdigen. Braun, graulichbraun, graulichgrün. Als Ausfüllung der Blasenräume kommen häufig vor: Kalkspath und Quarz; auch

Delessit. Besonders ausgezeichnet treten Melaphyr-Mandelsteine in Böhmen am Südrande des Riesengebirges auf. Nach **G. Tschermak** ist am häufigsten Quarz, krystallisirt und derb, als Bergkrystall, Amethyst, gemeiner Quarz; merkwürdig ist der sog. Sternquarz bei Kundratitz, ein radialstengeliger Quarz, dessen Strahlen in die Pyramide auslaufen. Kalkspath, derb, in Knollen allgemein verbreitet; Bitterspath in Rhomboedern als Auskleidung von Hohlräumen, die Erdpech führen. Delessit bildet bald Mandeln für sich, bald die Rinde von Quarz- und Kalkmandeln. Von Zeolithen finden sich Analcim, Chabasit, Desmin, Stilbit auf Quarz sitzend. — Besonders denkwürdige Verhältnisse bieten die Melaphyr-Mandelsteine in den Umgebungen des Oberen See. Nach **Pumpelly** sind hier die Blasenräume von Grünerde, Delessit, Prehnit, Laumontit, Analcim und gediegenem Kupfer ausgefüllt; einzelne Mandeln bestehen oft nur aus Kupfer, welches sich auch in Pseudomorphosen nach Kalkspath und Laumontit einstellt.

Verbreitung. Die verschiedenen Abänderungen des Melaphyr finden sich: am Thüringer Wald, bei Ilfeld am Harz, in der Gegend von Zwickau und Potschappel in Sachsen, am Südrande des Riesengebirges in Böhmen, bei Landshut in Schlesien; Gegend von Darmstadt; im südlichen Tyrol; bei Christiania in Norwegen; in den Umgebungen des Oberen See in Nordamerika.

2) Palatinit.

Unter diesem Namen hat **Laspeyres** ein Gestein von Norheim in der Pfalz beschrieben und von den Gabbros, zu denen es bisher gestellt war, seiner Altersverhältnisse wegen abgesondert. In seiner neuesten Arbeit hat **Streng** diesen Namen ebenfalls für eine Anzahl Gesteine des Saar-Nahe-Gebietes adoptirt, die man zum Theil zu den Melaphyren stellte.

Die Palatinite bestehen aus Plagioklas, Diallagit, Titan- und Magneteisen nebst Apatit. Die Farbe ist braunlichgrau, braun, schwarz; die Structur körnig, feinkörnig bis dicht, auch porphyrartig und mandelsteinartig. Im Allgemeinen Aehnlichkeit mit Melaphyren, mit welchen sie auch den etwas zersetzten Zustand meist gemein haben.

Der trikline Feldspath, welcher manchmal sehr vorwaltend auftritt, dürfte zum Theil als Labradorit zu betrachten sein; so im Gestein von Norheim und vom Schaumberg bei Tholey. In den porphyrartigen Abänderungen erreichen die feldspathigen Krystalle zuweilen 3 bis 4 Mm. Länge. Der Diallagit, zuweilen die Umrisse augitischer Formen zeigend, ist oft rissig. Zu den besonderen Eigenthümlichkeiten der Palatinite gehört nach **Streng** die Beschaffenheit des augitischen Gemengtheils, der nur selten völlig compact und gleichartig erscheint, sondern meist sich als ein lappig in einander gefügtes Gemenge eines helleren und dunkleren Minerals erweist, wodurch eine fascrige Textur hervorgebracht wird; das erstere ist wohl häufig Feldspath, das letztere der eigentliche Diallagit. Magnet- und Titaneisen sind bald gleichzeitig vorhanden (Schaumberg bei Tholey) und lassen sich dann das letztere durch seine mehr tafelartige, das erstere durch Körner-Form im Sande, der aus der Zersetzung des Gesteins hervorgegangen, unterscheiden. Apatit stellt sich oft in zahlreichen mikroskopischen Nadeln ein.

Chemische Zusammensetzung. 1) Palatinit vom Schaumberg bei Tholey,

nach **Bergemann;** 2) vom Spiemont nach **Kosmann;** 3) von den Mombächler Höhen bei Baumholder nach **Zeidler** und 4) vom Weisselberge nach **Hetzer.**

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	49,29	53,77	54,61	58,97
Titansäure	—	2,30	—	—
Thonerde	22,34	18,30	21,26	15,73
Eisenoxyd	2,95	—	—	—
Eisenoxydul	6,52	6,98	12,33	11,73
Manganoxyd	—	0,09	—	—
Magnesia	0,64	3,22	0,88	0,84
Kalkerde	10,16	3,42	4,38	3,20
Kali	0,02	1,95	0,62	0,65
Natron	3,35	3,63	5,11	5,43
Kohlensäure	3,55	1,01	—	—
Wasser	0,75	3,82	2,30	3,25
	99,57	99,10	101,49	99,80

Von dem Palatinit von Norheim hat **Laspeyres** nicht allein die beiden Gemengtheile untersucht, sondern auch eine Analyse des Gesteins ausgeführt, die zu den genauesten gehört, welche wir besitzen. Es enthält der Palatinit: 49,971 Kieselsäure, 0,319 Titansäure, 0,029 Kohlensäure, 0,450 Phosphorsäure, 0,034 Chlor, 0,124 Schwefel, 0,118 Kupfer, 0,101 Eisen, 17,009 Thonerde, 5,941 Eisenoxydul, 0,856 Eisenoxyd, 0,098 Manganoxyd, 6,388 Kalkerde, 0,063 Baryt- und Strontianerde, 7,745 Magnesia, 0,000380 Cäsiumoxyd, 0,000298 Rubidiumoxyd, 5,140 Natron, 0,768322 Kali, 0,018 Lithion, 0,625 Luftfeuchtigkeit, 5,081 Wasser. S. = 100,819.

Mikroskop. Untersuchungen der Palatinite hat neuerdings **Streng** angestellt; er erwähnt namentlich das Vorkommen einer amorphen glasartigen Substanz, die sich zwischen die Krystalle drängt, so wie Glaseier, kugelige Ausscheidungen, unbewegliche Bläschen. Flüssigkeits-Einschlüsse, die **Kosmann** und **Hagge** beobachteten, konnte **Streng** nicht wahrnehmen.

Vorkommen der Palatinite: Norheim, Gegend von Tholey, Martinstein, Diedelkopf bei Cusel, Kaulbach; ferner bei Kirn, Heimbach an der Nahe, zwischen Oberstein und Wolfstein.

Palatinit-Mandelstein. Die Palatinite des Saar-Nahe-Gebietes zeigen häufig Mandelstein-Structur; besonders ausgezeichnet in der Umgebung von Oberstein und Idar. Die Grösse der Mandeln ist sehr verschieden. Bald vom Durchmesser einer Erbse, Bohne oder Mandel bis zu Faust- und Kopfgrösse. Die kleineren bestehen aus Kalk- oder Braunspath, aus Delessit oder Quarz; die grösseren aus mehreren Mineralien, besonders aus verschiedenen Abänderungen des Quarz, die oft lagenweise mit einander wechseln und die wohlbekannten Achatmandeln bilden. Die grösseren Mandeln sind meist nicht völlig ausgefüllt, zeigen im Innern schöne Amethyst-Krystalle; in und auf diesen Nadeleisenerz. Seltener finden sich Zeolithe in den Mandeln, wie Harmotom, Chabasit.

N. Trachyt-Gruppe und trachytische Laven.

Die Laven — unter Mitwirkung eines Vulkans gebildete Gesteine — sind weder in petrographischer noch in geologischer Beziehung von den Gesteinen der Trachyt- und Basalt-Gruppe zu trennen. Als Gründe für

eine Scheidung derselben führte man früher besonders an: 1) dass die Laven meist eine schlackige, poröse Structur besitzen. Dies ist durchaus nicht der Fall. **W. Reiss** und **K. v. Fritsch,** die trefflichen Kenner der Vulkane, heben es ausdrücklich hervor, dass in dem Innern der Lavaströme, zumal der mächtigen, die in den Theilen der Strom-Oberfläche vorhandene Porosität verschwindet, ganz zurücktritt; wie z. B. die durch eine steile Meeresklippe aufgeschlossene Lava von Paläakaimeni im Golf von Santorin die innere, derbe Masse einer in historischen Zeit ergossenen Lava auf das deutlichste erkennen lässt. 2) Die Laven sollen nie Einschlüsse von Krystallen in der Grösse besitzen, wie sie in Basalten und Trachyten vorkommen. Es sind aber überhaupt Krystalle von ansehnlichen Dimensionen in vulkanischen Gesteinen seltener. Indess sind die Augite und Olivine in der Lava von Guimar von 1705 nicht kleiner wie die in Basalten anderer Gegenden; die Hornblende-Krystalle in einer Lava von Palma (1585) sind über zolllang. 3) Die Laven seien gänzlich wasserfrei. Dies ist aber keineswegs immer der Fall: auch die Laven sind oft von dem durchsickernden Wasser durchfeuchtet. — Endlich sprechen auch die mikroskopischen Untersuchungen der Laven gegen eine Abgrenzung derselben: wir finden vielmehr die sie zusammensetzenden Mineralien in der nämlichen Anordnung wie in Trachyten und Basalten.

Als wesentliche Gemengtheile erscheinen in den Gesteinen der Trachyt-Gruppe von feldspathigen Mineralien: Sanidin und Oligoklas, zuweilen Nephelin und Nosean; dann Hornblende oder Augit; in einigen Quarz. — Die Structur ist bald eine körnige, bald eine dichte, bald eine porphyrische; auch eine glasige und schwammige kommt vor.

1) Quarztrachyt.

Der Name Trachyt wurde von **Hauy** im J. 1822 wegen der rauhen (τραχυς) Grundmasse gegeben. Die Quarztrachyte werden von **Roth** unter dem Namen Liparite (nach den liparischen Inseln) aufgeführt; jedoch zählt **Roth** zu seinen Lipariten auch die kieselsäurereichen Glasgesteine. Rhyolithe (d. h. geflossene Gesteine) hat **v. Richthofen** diese sauren, krystallinischen und glasigen Trachytgesteine genannt.

Feinkörnige bis dichte, kryptokrystallinische Grundmasse von rauhem, etwas porösem Ansehen und meist hellen Farben: gelblich, grau, hellroth, weiss. Dieselbe ist eine felsitische, d. h. aus Sanidin und Quarz bestehend; beide Mineralien treten auch als Einsprenglinge auf. Der Sanidin in einfachen und Carlsbader Zwillingen, rissig, mit starkem Glasglanz; neben ihm stellen sich oft kleine Oligoklas-Krystalle ein. Der Quarz zeigt die Pyramide, nicht selten mit den Prismen-Flächen, die hier mehr entwickelt, als in den Quarzporphyren; auch in rundlichen, wasserhellen oder grauen Körnern.

Accessor. Gemengtheile: Hornblende in schwarzen, glänzenden Prismen: Ungarn, Siebenbürgen. Biotit, kleine Tafeln und Blättchen: Ungarn, Insel Ponza.

Es lassen sich folgende Abänderungen unterscheiden:

Porphyrartiger Quarztrachyt; in der bald feinkörnigen, bald dichten Grundmasse liegen Einsprenglinge von Sanidin und Quarz, zuweilen auch nur von einem dieser Mineralien. Es scheint nicht selten der Fall zu sein, dass wenn der Quarz in zahlreichen Einsprenglingen vorhanden, die des Sanidin spärlicher vorhanden; oder es findet das Gegentheil statt.

Felsitischer Quarztrachyt; felsitische Grundmasse, ohne Einsprenglinge, welche aber in Dünnschliffen unter dem Mikroskop zu erkennen sind.

Lithoidischer Quarztrachyt; lithoidische, d. h. dichte, steinartige Grundmasse von porzellanartigem Aussehen; ebenfalls ohne Einsprenglinge.

Sphärolithischer Quarztrachyt (perlsteinartiger Quarztrachyt). In der felsitischen Grundmasse liegen Sphärolithe, bald reichlicher, bald spärlicher, meist mit ihren Contouren in die felsitische Masse verfliessend, seltener scharf abgegrenzt. Die Textur der Sphärolithe radialfaserig. Neben ihnen Einsprenglinge von Sanidin, aber kein Quarz. Die Sphärolithe mit ihrem hohen Quarz-Gehalt scheinen, wie **Zirkel** bemerkt, in solchen Gesteinen die Stelle des Quarz zu ersetzen.

Schieferiger Quarztrachyt. Die meist dichte, lithoidische Grundmasse zeigt sich in dünne Lagen oder Lamellen abgetheilt, die von verschiedener Farbe. Es kann aber auch schieferige Structur durch viele parallel vertheilte Sanidin-Krystalle von dünn-tafelförmigem Habitus bedingt werden, wie dies auf der Insel Palmarola, am Baulaberg auf Island der Fall.

Poröser Quarztrachyt (Mühlsteinporphyr). Die felsitische Masse wird von zahlreichen Poren und grösseren Hohlräumen durchzogen. Die Wandungen der Hohlräume rauh, zerfressen, zuweilen auch mit mikroskopischen Quarzkrystallen oder einem Ueberzug von Chalcedon bedeckt. Sehr verbreitet in Ungarn, auf der Insel Milo.

Chemische Zusammensetzung. Wenn schon die Quarztrachyte äusserlich oft den Quarzporphyren gleichen, so gilt dies in noch höherem Grade ihrer Zusammensetzung, in welcher kein wesentlicher Unterschied statt findet. 1) Quarztrachyt vom Berge Baula auf Island, nach **Bunsen.** 2) Trachytporphyr von Telkibanya in Ungarn, nach **C. v. Hauer.** 3) Quarztrachyt vom Monte Venda in den Euganeen, nach **G. vom Rath.** 4) Porphyrartiger Quarztrachyt vom Mont-Dore, so wie 5) sphärolithischer Quarztrachyt vom Mont-Dore, nach **A. v. Lasaulx.**

	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselsäure . . .	75,91	81,93	74,78	71,21	74,80
Thonerde	11,49	11,15	13,10	14,65	14,47
Eisenoxyd . . .	—	—	—	1,73	1,03
Eisenoxydul . . .	2,13	—	1,71	—	—
Magnesia	0,76	—	0,29	0,23	—
Kalkerde	1,56	0,75	0,84	0,50	0,43
Kali	5,64	} 4,46	3,77	4,21	1,69
Natron	2,51		5,20	5,89	6,63
Wasser	—	1,71	0,31	1,33	0,96
	100,00	100,00	100,00	99,75	100,01

Mikroskopische Untersuchungen der Quarztrachyte zeigen ebenfalls deren Analogieen mit den Quarzporphyren. Dies gilt insbesondere vom Quarz. In dem Quarztrachyt von der Baula auf Island beobachtete **Zirkel** die schönsten und deutlichsten Wasserporen; ausserdem eigenthümliche, wohl Glas-

poren, die schmale, schwarze Krystall-Nadeln enthalten. — Der porphyrartige Quarztrachyt von Kis Sebes in Siebenbürgen lässt in dem Quarz der Grundmasse und in den Quarz-Krystallen eine grosse Menge von Wasserporen erkennen; ferner ausgezeichnete Glasporen mit Bläschen und dunkleren Rändern als die Wasserporen, dann nadelförmige Krystalle. Der Quarz verhält sich demnach wie der Quarz der Quarzporphyre; ja wenn in Quarztrachyten grössere Quarz-Körner vorkommen, so erreichen die Wasserporen die Dimensionen derjenigen gewöhnlicher Granite. Aber auch die Feldspathe der Quarztrachyte bergen Einschlüsse. **Zirkel** beobachtete solche in einem Gestein von Fagranes auf Island: Glasporen mit Bläschen (s. Fig.), Poren halb aus Glas, halb aus Steinmasse bestehend; ferner feine Dampfporen. Besonders merkwürdig ist aber das reichliche Vorkommen von Wasserporen im Sanidin des Quarztrachyt, sog. Sanidophyr, von der kleinen Rosenau im Siebengebirge, weil, wie **Zirkel** bemerkt, es sehr wahrscheinlich dass auch in anderen Feldspathen der Trachytgruppe solche vorhanden. — **Vogelsang** bemerkt, dass er unter den von ihm untersuchten Quarztrachyten nie eine Grundmasse gesehen, die sich vollkommen zu Einzelindividuen auflöse, selbst mikrolithische Ausscheidungen sind nicht immer vorhanden. — **A. v. Lasaulx,** dem wir eine vortreffliche Arbeit über die vulkanischen Gesteine der Auvergne verdanken, insbesondere über die bisher kaum bekannten Quarztrachyte vom Mont-Dore, führt an dass die lithoidische Grundmasse unter dem Mikroskop sich krystallinisch erweist, dass kaum eine andere Trennung der Bestandtheile möglich erscheint als in polarisirende, krystallinische und in nicht polarisirende, amorphe. Die Sanidine enthalten Dampfporen, auch kleine Quarze.



Verbreitung: in Deutschland sind Quarztrachyte nur von der Rosenau im Siebengebirge bekannt, dann von Gleichenberg in Steyermark; hingegen ausserordentlich entwickelt in Ungarn und Siebenbürgen, in den Euganeen, in den Umgebungen des Mont-Dore, auf den Liparen, besonders Volcano, Lipari; auf den Ponza-Inseln bei Neapel, auf Island.

2) Sanidintrachyt.

Rauhe, etwas poröse, krystallinische Grundmasse von hellen Farben: weiss, gelb, grau, röthlich bis roth. Dieselbe besteht entweder nur aus Sanidin oder enthält zuweilen neben diesem noch Oligoklas. In der Grundmasse liegen Krystalle von Sanidin, von tafel- oder säulenförmigem Habitus, einfache oder Zwillinge, die bekannte rissige Beschaffenheit, den starken Glasglanz zeigend.

Accessor. Gemengtheile nicht häufig; Hornblende in kleinen Prismen oder Nadeln; Biotit in Blättchen; Magneteisen in kleinen Octaedern oder Körnchen. Besonders bemerkenswerth ist aber das Vorkommen des Tridymit in den trachytischen Gesteinen der Auvergne, und namentlich am Mont-Dore, welches zuerst von **F. Sandberger** und **A. v. Lasaulx** beobachtet wurde.

Chem. Zusammensetzung. 1) Sanidintrachyt von Deva in Siebenbürgen, in grauer Grundmasse zollgrosse Sanidine, nach **v. Sommaruga;** 2) Sanidintrachyt von Rabertshausen in Hessen, nach **Engelbach;** 3) Sanidintrachyt vom Mont-Dore („Mont-Dore-Trachyt", nach **A. v. Lasaulx.**

	1.	2.	3.	4.	5
Kieselsäure	57,64	62,39	63,53	61,03	62,6
Thonerde	16,10	20,23	17,81	17,21	17,6
Eisenoxyd	—	—	3,92	4,84	—
Eisenoxydul . . .	10,52	5,32	—	—	7,4
Magnesia	3,24	0,86	1,10	2,07	0,8
Kalkerde	6,49	1,09	2,31	1,43	2,7
Kali	3,86	5,76	5,21	7,16	6,7
Natron	1,19	3,90	4,76	4,64	2,2
Wasser	1,30	2,02	1,16	0,56	—
	100,34	101,57	99,80	100,11	100,00

Verbreitung der Sanidintrachyte ist gering; in Deutschland nur bei Rabertshausen in Hessen, bei Alsberg unfern Bieberstein im Rhöngebirge; bei Deva in Siebenbürgen; besonders aber in den Umgebungen des Mont-Dore. Im Siebengebirge ist kein Sanidintrachyt bekannt, am Mont-Dore das vorherrschende Gestein und bedingt — wie das **A. v. Lasaulx** auch hervorhebt — einen wesentlich petrographischen Unterschied der beiden schönen Trachytgebiete.

Sanidintrachytlava. Während man vom Quarztrachyt keine Laven kennt, finden sich solche vom Sanidintrachyt, zumal am Arso auf Ischia, nach **Hartung** auf der Azoren, Insel S. Miguel, bei Sede Cidades. Eine Sanidintrachyt-Lava vom Arso wurde durch **Abich** (4 oben), die von S. Miguel (5) durch **Bunsen** untersucht. (Die Lava 4 enthielt noch 0,17 Manganoxyd.)

3) Sanidin-Oligoklastrachyt.

Feinkörnige oder beinahe dichte Grundmasse aus Sanidin und Oligoklas, von gelber, grauer, röthlicher Farbe. In dieser liegen einzelne grössere Krystalle von Sanidin und kleine, aber meist zahlreichere Krystalle von Oligoklas.

Die Krystalle des Sanidin sind entweder einfache, rektangulär-säulenförmige, zumal in der Combination $0P.\infty P\infty.{}_2P\infty$ (wie am Drachenfels) oder dünn- bis dicktafelartige Carlsbader Zwillinge. Diese liegen oft in der Gesteinsmasse in der Art parallel vertheilt, dass die Flächen des Klinopinakoids in eine Ebene fallen. Sie sind zuweilen zerbrochen und durch die Grundmasse wieder verkittet; in den feinen Rissen haben sich kleine Quarz-Krystalle zuweilen angesiedelt. Besondere Grösse erreichen die Sanidine am Drachenfels und an der Perlenhardt, bis über 3 Zoll. Die kleinen weissen Krystalle des Oligoklas besitzen den glasigen Habitus, das rissige des Sanidin und lassen nur selten die Zwillingsreifung deutlich erkennen.

Accessor. Gemengtheile eben nicht häufig und meist klein; Hornblende in Prismen oder Nadeln, Biotit in Blättchen, Magneteisen in Kryställchen oder Körnern, Apatit in nadelförmigen Krystallen, Titanit, gelbe, glänzende Kryställchen. Beachtung verdient aber namentlich wieder das, wie es scheint an trachytische Gesteine vorzugsweise gebundene Vorkommen des Tridymit in seinen höchst kleinen, tafelförmigen Drillingen am Drachenfels und der Perlenhardt.

Chemische Zusammensetzung. 1) Des Sanidin-Oligoklastrachyt von Kelberg in der Eifel, nach **Zirkel**; 2) vom Drachenfels im Siebengebirge, nach **Rammelsberg**; 3) des „Laacher Trachyts" nach **Dressel**; 4) des Sanidin-Oligoklastrachyts vom Monte Rosso in den Euganeen, nach **G. vom Rath**; 5) von Veres-

tapak in Siebenbürgen, nach **v. Sommaruga** und 6) vom Puy de Sancy, Auvergne, nach **A. v. Lasaulx.**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kieselsäure . . .	60,01	65,07	54,39	65,16	58,22	57,56
Thonerde . . .	21,03	16,13	18,48	15,20	18,14	16,76
Eisenoxyd . . .	—	5,17	3.91	—	—	7,50
Eisenoxydul . .	8,48	—	2,54	5,09	7,30	—
Magnesia . . .	0,73	0,67	1,03	1,50	1,86	2,16
Kalkerde	3,19	2,74	3,99	3,32	7,26	5,81
Kali	2,01	4,44	6,06	4,07	3,80	3,70
Natron	4,29	4,77	6,49	5,30	1,08	5,81
Wasser	—	0,70	Verl. 1,14	0,36	2,03	1.03
	99,74	99,72	100,24	100,24	99,69	100,33

Anmerk. Der Laacher Trachyt enthält noch: 0,71 Schwefelsäure, 0,20 Phosphorsäure, 0,06 Chlor.

Mikroskopische Untersuchung. Es verdient besonders die des „Laacher Trachyts", der bisher als Sanidintrachyt betrachtet wurde, Beachtung. **Dressel** fand die Grundmasse dieses Gesteins fast völlig entglast, in ein Gewirre von Mikrolithen aufgelöst, zwischen denen die Glasmasse oft kaum zu bemerken. Ein nicht geringer Theil der Feldspathe, die man für Sanidine hielt, zeigte im polarisirten Lichte scharf markirte Zwillings-Reifung. Gas- und Glasporen sind in den Feldspathen nicht selten zu beobachten; Hornblende, Augit, Nosean und Hauyn liessen sich erkennen. **A. v. Lasaulx** fand, dass die Grundmasse eines Sanidin-Oligoklastrachyts vom Puy de Sancy sich in ein Gewirre feldspathiger und Hornblende-artiger Mikrolithen auflöste; die deutlich an einigen Stellen zu erkennende glasige Grundmasse ist mit Dampfporen und Krystalliten erfüllt. Die grossen Sanidine zeigen Leistenform, die kleinen, kurzen Oligoklase sind durch eine im polarisirten Lichte schön hervortretende lamellare Verwachsung characterisirt. Als ein mikroskopischer Bestandtheil mancher Sanidin-Oligoklastrachyte muss noch Nephelin genannt werden; am Drachenfels und an der Perlenhardt.

Verbreitung der Sanidin-Oligoklastrachyte eine bedeutende; im Siebengebirge am Drachenfels, an der Perlenhardt, Lohrberg u. a. O.; bei Kelberg in der Eifel; am Laacher See (nicht anstehend); bei Selters u. a. O. im Westerwald; in Ungarn und Siebenbürgen; in den Euganeen; in der Auvergne.

4) Domit.

(Name nach dem Puy de Dome in der Auvergne.)

Sehr feinkörnige, graulichweisse Grundmasse, in welcher kleine Krystalle von Oligoklas und Blättchen von Biotit erkennbar.

Die matte oft einem Sandstein ähnliche Grundmasse dürfte als ein Gemenge von Oligoklas mit etwas Sanidin zu betrachten sein. Die Krystalle des Oligoklas erreichen zuweilen eine Grösse von 2 bis 3 Linien, sind jedoch nicht immer rein auskrystallisirt, sondern erscheinen wie mit Grundmasse durchzogen, schliessen auch Biotit-Blättchen ein.

Accessor. Gemengtheile. Eisenglanz in schönen Krystallen, Drusen

auskleidend, aber auch in feinen Schuppen durch die Gesteinsmasse vertheilt, deren grauliche Farbe bedingend. Durch **Zirkel** wurde neuerdings Tridymit reichlich im Domit vertheilt erkannt; ferner findet sich Nephelin ziemlich häufig, als mikroskopischer Bestandtheil.

Chem. Zus. des Domit vom Puy de Dome, nach **Zerrener:** 68,78 Kieselsäure, 16,12 Thonerde, 3.54 Eisenoxyd, 0,34 Eisenoxydul, 0,26 Manganoxydul, 1.15 Magnesia, 1,94 Kalkerde, 3,64 Kali, 4,00 Natron, 0,58 Wasser. S. = 100,35.

Findet sich in der Umgebung des Puy de Dome, Sarcouy, Puy de la Chopine u. a. O. in der Auvergne.

5) Phonolith.

(Name von φονος, Stimme, λιθος, Stein = Klingstein. Porphyrschiefer.)

Dichte, kryptokrystallinische Masse von grauer bis gelblich- oder grünlichgrauer Farbe, von dünn- bis dickschieferiger Structur. Schmilzt leicht vor dem Löthrohr, gibt im Kolben Wasser. Die mikroskopischen Untersuchungen von Zirkel haben ergeben, dass der Phonolith aus Sanidin, Nephelin, Hornblende, Nosean und Magneteisen besteht.

Es lassen sich folgende Abänderungen unterscheiden:

Gemeiner oder dichter Phonolith; dickschieferige, plattenförmige, stark klingende Masse von dunkelgrauer Farbe. In fast allen Phonolith-Gebieten.

Porphyrartiger Phonolith. In der dichten Grundmasse liegen Einsprenglinge und zwar am häufigsten von Sanidin, dessen Krystalle aber nicht die Grösse jener in Trachyten erreichen; sie sind meist dünn-tafelförmig, gewöhnlich einfache, seltener Zwillings-Krystalle, von grauer Farbe und lebhaftem Glanz. Milleschauer in Böhmen; Hohenkrähen und Hohentwiel im Höhgau; Milseburg in der Rhön; am Puy de Dome in der Auvergne. Hornblende kommt ebenfalls als Einsprengling vor, oald mit, bald ohne Sanidin: Pferdekuppe, Rhön; Teplitz, Böhmen; Hohenkrähen im Höhgau. Nosean, in dodekaedrischen Krystallen, von weisser, grauer Farbe: Olbrück u. a. O am Laacher See und Hohentwiel.

Trachytähnlicher Phonolith von rauher Grundmasse und hellerer Farbe: Aussig, Pferdekuppe in der Rhön.

Accessor. Gemengtheile. Unter diesen ist Titanit sehr bezeichnend, kleine honiggelbe Krystalle (wie im Syenit) und Körner: Teplitz, Poppenhausen, Rhön; Gennersbohl und Hohentwiel. Biotit in Blättchen: Schellau in Böhmen; Pferdekuppe, Rhön. Hauyn: Milleschauer, Böhmen; am Hohentwiel. Nephelin, kleine Krystalle; Milleschauer, Holeukluk in Böhmen; Kicklahgebirge in Tripolis. Zirkon: Heldburg im Coburgischen.

Accessor. Bestandmassen auf Adern und Streifen durch die Phonolith-Masse ziehend, auch auf Klüften und in Hohlräumen: Zeolithe; Natrolith bei Aussig u. a. O. in Böhmen; am Hohentwiel. Chabasit bei Aussig, Rübendörfel in Böhmen, Milseburg, Rhön. Analcim: Luschitz und Wesseln in Böhmen, Milseburg.

Chemische Zusammensetzung. Von den verschiedenen Bauschanalysen der Phonolithe seien hier nur aufgeführt: 1) Dichter vom Marienberg bei Aussig, nach **Meyer;** 2) durch Sanidin porphyrartiger vom Hohenkrähen, nach **C. Gmelin;** 3) trachytähnlicher vom Ebersberg in der Rhön, nach **Schmid;** 4) Noseanphonolith von

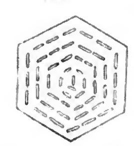
Olbrück, Laacher See, nach **G. vom Rath.** 5) Phonolith von l'Usclade in der Auvergne, nach **A. v. Lasaulx.**

	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselsäure . . .	56,652	53,70	60,02	54,02	59,84
Thonerde	16,491	19,73	21,46	19,83	23,07
Eisenoxyd . . .	3,905	3,55	4,73	4,09 (Oxydul)	3,35 (Oxyd)
Manganoxyd . . .	—	1,09	—	—	—
Magnesia	4,697	—	0,61	0,31	0,25
Kalkerde	1,946	1,46	1,58	2,09	1,48
Kali	9,519	7,24	1,88	5,98	4,13
Natron	2,665	7,43	8,86	9,88	4,52
Wasser	1,993	3,19	1,49	2,75	3,20
	99,88	97,39	100,63	100,00	99,84

Nr. 4 enthielt noch 0,36 Chlor, 0,69 Schwefelsäure.

Aus den Analysen vieler Phonolithe ergibt sich, dass die Quantitäts-Verhältnisse des löslichen, durch Säure zersetzbaren Antheils und des unlöslichen sehr wechseln, dass der zersetzbare zwischen 15 und 55 %, der unzersetzbare zwischen 44 und 84 % schwankt; dass der zersetzbare im Durchschnitt 34, der unzersetzbare 65 % beträgt. Weil der in Säure lösliche Theil der Phonolithe mit Säure gelatinirt, so hat man früher angenommen, dass sich an der Zusammensetzung der Phonolithmasse ein Zeolith betheilige; und weil besonders häufig Natrolith in Streifen durch die Masse zieht und die Analysen auch meist einen ansehnlichen Natron-Gehalt ergaben, hat man diesen zumal als Bestandtheil betrachtet. Das Gelatiniren der Phonolithe rührt aber vorzugsweise von dem Gehalt an Nephelin her.

Mikroskopische Untersuchung. Bis zum J. 1867 nahm man an, dass die Phonolithmasse aus Sanidin und Zeolith (Natrolith) bestehe. Von Phonolithen der verschiedensten (26) Fundorte, besonders aus der Lausitz, Böhmen, Rhön, Höhgau, Frankreich hat **Zirkel** Dünnschliffe angefertigt und mikroskopisch untersucht, und gefunden, dass die Phonolithe aus Sanidin, Nephelin, Hornblende, Nosean und Magneteisen bestehen. Der Sanidin betheiligt sich in kleinen, wasserklaren Krystallen hervorragend an der Zusammensetzung und ist durch die grosse Zahl seiner mikroskopischen Einschlüsse merkwürdig: Nephelin, in Täfelchen an den Rändern der Sanidine; Hornblende- und andere farblose Krystall-Nadeln; Körnchen von Magneteisen. Gasporen enthalten die grösseren Sanidine. Nephelin ist, in Gestalt scharf begrenzter, sechs- oder viereckiger, wasserklarer Figuren reichlich vorhanden. Es ist eine sehr beachtenswerthe, von **Zirkel** mit Recht hervorgehobene Thatsache, dass der Nephelin stets nur in so kleinen, mit der Lupe nicht erkennbaren Individuen auftritt. Die kleinen Hexagone des Nephelin schliessen häufig Mikrolithen von Augit ein, welche bald unregelmässig vertheilt, bald regelmässig parallel den sechs Rändern gruppirt sind; so im Nephelin von Olbrück (s. Fig.). Der Nephelin erliegt an seinen Rändern einer Umwandelung in faserige Zeolith-Substanz, wohl meist Natrolith. Hornblende in kleinen Prismen und Büscheln fehlt in keinem Phonolith; enthält Einschlüsse farbloser Nadeln, Nephelin-Tafeln, Magneteisenkörnchen, Glaspartikel. Der Nosean, welcher in den Phonolithen am Laacher See und am Hohentwiel in deutlich erkennbaren Krystallen vorkommt, macht einen mikroskopischen Bestandtheil aller Phonolithe aus. Er unterliegt der



Umwandelung in eine zeolithische Substanz noch eher, wie der Nephelin. Magneteisen in Körnchen wird selten vermisst. — Titanit, der charakteristische accessorische Gemengtheil der Phonolithe zeigt sich nicht in mikroskopischen Individuen. Quarz kommt nicht vor. Trikline Feldspathe sind selten; Olivin beobachtete **Zirkel** im Phonolith von der Roche Sanadoire. — Den Phonolith von der Roche Sanadoire hat neuerdings auch **A. v. Lasaulx** mikroskopisch untersucht und reichlich Sanidin, Hornblende, Nephelin, triklinen Feldspath in deutlichen Leisten, Olivin, Biotit, Hauyn und Nosean gefunden. Sehr merkwürdig ist in den Noseanphonolithen von Olbrück und Rieden am Laacher See das mikroskopische Vorkommen des Leucit. Derselbe findet sich in Körnchen, die gewöhnlich nicht $^1/_{10}$ Mm. gross, in beträchtlicher Menge. „Dass der Leucit im Noseanphonolith nie in etwas grösseren Krystallen mit ihrer leicht erkennbaren Flächenform ausgebildet ist — sagt **G. vom Rath** — stellt sich als eine jener seltsamen Thatsachen dar, an welchen die Petrographie so reich ist."

Verbreitung der Phonolithe: im Mittelgebirge Böhmens bei Teplitz, Aussig, am Milleschauer u. a. O.; am Riesengebirge, an der Lausche, Limberg; im Rhöngebirge an der Milseburg, Pferdekuppe; im Höhgau am Hohentwiel, Hohenkrähen, Mägdeberg; im Kaiserstuhl bei Oberschaffhausen, Oberbergen u. a. O.; Heldburg in Coburg; Berg Olbrück am Laacher See, Englerkopf, Lehrberg, Burgberg bei Rieden; in der Auvergne, im Velay.

Nosean-Melanitgestein. Feinkörniges Gemenge von Nosean, Sanidin, Melanit und Hornblende. Der Nosean in deutlichen Dodekaedern von schwarzer bis grauer Farbe, etwa die Hälfte des Gesteins ausmachend; der Sanidin in feinkörnigen Partien und farblosen Prismen, etwa 24 % des Gesteins betragend. Melanit und Hornblende machen ungefähr 26 % aus. Fundort: Perlerkopf am Laacher See.

Phonolithlava unterscheidet sich von dem Phonolith weder in petrographischer noch in chemischer Beziehung. Sie findet sich insbesondere bei Pianura in den Phlegräischen Feldern und in den Umgebungen des Monte Nuovo. Ferner sind Phonolithlaven auf den canarischen und capverdischen Inseln sehr verbreitet.

Die Phonolithlava von Pianura, auch unter dem Namen Piperno bekannt, zeigt jene eigenthümliche Beschaffenheit, welche **K. v. Fritzsch** und **W. Reiss** in ihrem trefflichen Werke über Tenerife als Eutaxit (d. h. wohlgeordnet) bezeichnen, ein Name, der sich nicht auf die Zusammensetzung, sondern auf die Ausbildung bezieht, indem das Gestein aus wenigstens zweierlei durch das Gefüge verschiedenen Massentheilen besteht, gefleckt, geflammt erscheint, das Ansehen einer Breccie erlangt. — Die chemische Zusammensetzung der Phonolithlava vom Monte Nuovo, welche **Rammelsberg** untersuchte (1), stimmt mit jener der oben aufgeführten Phonolith-Analysen überein. — Besondere Erwähnung verdienen noch die Phonolithlaven von der Insel Tenerife, die hier (wie überhaupt auf den Canaren und Capverden) in grosser Mannigfaltigkeit auftreten und von **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** eingehend geschildert wurden. Die canarischen Phonolithe sind durch die häufige Anwesenheit des Oligoklas ausgezeichnet, dem auch öfter Augit sich beigesellt. Die mikroskopische Untersuchung der Phonolithlaven von Tenerife ergab, dass sie aus einem dichten Haufwerk tafelförmiger Feldspathe bestehen, zwischen denen schwarze Pünktchen von Magneteisen, dunkelgrüne Silicate (Hornblende oder Augit) liegen, denen sich Nephelin, Nosean, auch Hauyn und Leucit beigesellen. **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** unterscheiden: 1) Feldspathphonolithe, solche deren dichte, oft plattenförmige Grundmasse neben einfachen und Zwillings-Krystallen von Sanidin noch Oligoklase enthält. Derartige Gesteine finden sich auf Tenerife (besonders Teydegebirge), aber auch auf Canaria

Palma, Fuerteventura. 2) Nephelinphonolithe, d. h. solche, in denen Nephelin mineralogisch nachweisbar und vorwaltend. 3) Noseanphonolithe, von schwärzlichgrauer bis leberbrauner Farbe; der Nosean in Krystallen von deutlichem dodekaedrischem Umriss, fest mit der Grundmasse verwachsen bildet den charakteristischen Gemengtheil neben dem Sanidin und Oligoklas, auch Augit und Hornblende erscheinen, so wie Octaeder von Magneteisen. 4) Hauynphonolithe; besonders im Süden von Palma, Oligoklas haltige und Hauyn reichlich in Krystallen und Körnchen enthaltend. Unter den accessorischen Gemengtheilen dieser Phonolithlaven fehlt der so charakteristische Titanit nicht. — Im Heidelberger Universitäts-Laboratorium wurden eine Anzahl Gesteine von Tenerife untersucht; einige Analysen von Phonolithlaven mögen (neben der oben unter 1 genannten vom Monte Nuovo) folgen, nämlich: 2) Phonolith von Montana Guaza auf Tenerifa, nach **G. Selhorst;** 3) Phonolithporphyr vom Teydegipfel, mit Oligoklas-Krystallen, nach **Bolton** und 4) Phonolithporphyr von San Lorenzo, Tenerife, plattenförmig, mit glasigem Oligoklas, Hornblende und Titaniten, nach **Neuhoff.**

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure . . .	59,47	61,15	59,68	56,90
Thonerde . . .	17,24	19,68	20,86	20,41
Eisenoxyd . . .	4,33	3,51	7,64	—
Eisenoxydul . .	—	—	—	4,46
Magnesia . . .	0,99	0,41	0,77	0,83
Kalkerde	3,10	2,14	1,63	2,13
Kali	8,01	5,03	5,94	6,30
Natron	6,17	7,82	3,35	5,78
Wasser	1,07	0,90	—	—
Chlor	1,03	—	—	—
	101,41	101,01	99,87	98,11

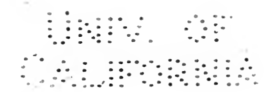
Andesite oder **Oligoklastrachyte.**

Der Name Andesit wurde für gewisse, in den Anden sehr verbreitete und von den Sanidin haltigen, eigentlichen Trachyten verschiedene Gesteine von **L. v. Buch** 1835 gegeben. Als wesentliche Gemengtheile erscheinen: Oligoklas, oft von etwas glasigem Habitus, sog. Mikrotin nach **Tschermak** (der daher die Andesite auch als Mikrotinite aufführt); ferner Hornblende oder Augit, wonach man Hornblende-Andesite und Augit-Andesite unterscheidet, und diese wieder als Quarzführende oder Quarzfreie, je nachdem Quarz vorhanden oder nicht.

6) Quarzführender Hornblende-Andesit (Dacit.)

Der Name Dacit wurde von **Stache** in der „Geologie Siebenbürgens" nach ihrer Verbreitung im alten Dacien für gewisse trachytische Gesteine gegeben, in denen der feldspathige Bestandtheil Oligoklas (oder auch Oligoklas mit Sanidin) nebst Quarz. Daher gehören manche Dacite zu den Quarztrachyten. Hier seien als Dacite diejenigen Gesteine Siebenbürgens aufgeführt, welche **Stache** als andesitische Quarztrachyte bezeichnet.

Feinkörnige bis dichte Grundmasse von brauner, graulichgrüner oder schwärzlicher Farbe aus Oligoklas, Hornblende und Quarz.



In dieser Grundmasse liegen oft kleine, weisse, gestreifte Oligoklase, Nadeln von Hornblende und, zuweilen reichlich, Körner von Quarz.

Accessor. Gemength. sind nicht häufig; Biotit in kleinen Blättchen.

Chemische Zusammensetzung der Quarz führenden Hornblende-Andesite ist besonders durch die vortrefflichen Untersuchungen von **K. v. Hauer** und **v. Sommaruga** ermittelt, welche zahlreiche Analysen dieser in Siebenbürgen so sehr verbreiteten Gesteine ausführten; 1) Dacit von Sebesvar in Siebenbürgen, in grauer Grundmasse reichlich Oligoklas, Hornblende, Quarz, nach **K. v. Hauer**; 2) Dacit vom Illowathal bei Rodna, nach **v. Sommaruga.** Ferner 3) vom Monte Alto in den Euganeen, nach **G. vom Rath.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure	66,91	66,21	68,18
Thonerde	14,13	17,84	13,65
Eisenoxyd	5,00	—	—
Eisenoxydul	—	5,56	6,69
Magnesia	0,95	0,47	0,42
Kalkerde	2,35	4,64	2,23
Kali	5,40	3,84	1,73
Natron	3,86	0,74	6,00
Glühverlust	1,42	1,26	0,55
	100,02	100,56	99,45

Verbreitung: sehr bedeutend in Siebenbürgen, Bihar- und Bogdangebirge, Gegend von Offenbanya u. a. O.; in den Euganeen am Monte Alto, bei Teolo; in Transkaukasien, am Ararat; Guatemala, Nicaragua.

Hierher dürfte auch der Timazit gehören, ein aus Plagioklas und Hornblende, etwas Biotit und Magneteisen bestehendes Gestein, vom Timaz in Serbien, welches **Breithaupt** beschrieb, so wie der von **B. v. Cotta** geschilderte Labradorfels von Borsabanya in der Marmaros.

7) Quarzfreier Hornblende-Andesit.

Feinkörnige bis dichte Grundmasse von grauer oder grünlicher Farbe, in welcher kleine, gestreifte, glasige Oligoklase, „Mikrotine“ und Hornblende-Prismen oder Nadeln liegen.

Accessor. Gemength. Blättchen von Biotit; Körner von Augit und Olivin, aber nicht häufig; Titanit; feine Körnchen von Magneteisen. Die accessor. Gemength. erscheinen selten in grösseren Individuen. Als mikroskopischer Bestandtheil kommt Nephelin vor: Wolkenburg, Stenzelberg. Quarzfreie Hornblende-Andesite, welche besonders in Ungarn und Siebenbürgen so sehr verbreitet und durch die ausgezeichneten Arbeiten der österreichischen Geologen und Chemiker **Fr. v. Hauer, K. v. Hauer, v. Richthofen, Stache, v. Andrian, v. Sommaruga** und **Szabo** genauer bekannt, werden dort als Grünstein-Trachyte und graue Trachyte unterschieden. Die ersteren gleichen gewissen Dioriten, mit welchen sie die grüne Farbe gemein haben. Die eingesprengten Oligoklase sind ebenfalls oft grünlich, die grünlichschwarze Hornblende von eigenthümlicher, etwas faseriger Beschaffenheit, von geringerer Spaltbarkeit. Die grauen Trachyte haben eine feinkörnige bis dichte Grundmasse, in welcher die Hornblende meist in grösseren Einsprenglingen als der Oligoklas, mit vollkommenen Spaltungsflächen.

Chemische Zusammens. Ausser den eben genannten sind es besonders einige Gesteine des Siebengebirges, die näher untersucht sind, besonders 1) das wohlbekannte von der Wolkenburg, der „Wolkenburger Trachyt", nach **G. Bischof;** 2) vom Stenzelberg, nach **Rammelsberg;** ferner 3) Grünstein-Trachyt von Schemnitz, nach **v. Andrian** und 4) Grauer Trachyt von Szanto in Ungarn, nach **K. v. Hauer.** 5) Lava vom Puy de Pariou, nach **A. v. Lasaulx.**

	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselsäure . . .	62,38	59,22	56,60	62,83	60,52
Thonerde	16,88	13,59	17,23	15,44	16,51
Eisenoxyd . . .	7,33	5,55	—	—	—
Eisenoxydul . . .	—	4,03	8,59	8,67	7,91
Magnesia	0,82	1,66	3,45	1,05	1,41
Kalkerde	3,49	5,13	4,40	5,00	5,84
Kali	2,94	4,64	7,56	1,47	2,32
Natron	4,42	5,31	Spur	4,88	4,96
Wasser	0,87	1,25 Glühv.	3,62	3,03 Wasser	0,23
	99,13	100,38	101,45	102,37	99,70

Verbreitung: im Siebengebirge an der Wolkenburg, Stenzelberg, am Bolvershahn u. a. O.; bei Kelberg in der Eifel; Herzberg, Wenderoth in Nassau; Banow, Mähren, Sandec in den Karpathen; hauptsächlich aber in Ungarn und Siebenbürgen. Die grauen Trachyte sind verbreiteter, besonders im Hargittagebirge, Vihorlat-Gutin; die Grünstein-Trachyte in den Umgebungen von Schemnitz, Rodna, Offenbanya, Nagyag.

Quarzfreie Hornblende-Andesitlaven besitzen ebenfalls eine bedeutende Verbreitung; es gehören zu ihnen die Gesteine vom Puy de Louchadiere, Puy de Pariou, Auvergne; vom Liorant im Cantal; von Lisca nera und Lisca bianca und Dattelo zwischen Stromboli und Lipari; nach **G. Rose** die Gesteine der mexicanischen Vulkane von Orizaba, Toluca, Purace; viele Laven von Java, vom Gunung-Merapi; Gunung-Parang.

8) Quarzfreier Augit-Andesit.

Feinkörnige bis dichte Grundmasse von grauer, brauner oder schwärzlicher Farbe; nicht selten etwas porös oder blasig. Oligoklas und Augit sind in kleinen Individuen, zuweilen in deutlichen Krystallen ausgeschieden. Neben Augit manchmal Hornblende, aber stets untergeordnet.

Accessor. Gemength. nicht häufig; Olivin erinnert — wie **Zirkel** bemerkt — durch seine Gegenwart an das basischer Werden der Gesteinsmischung. Magneteisen in Körnchen und Krystallen.

Quarzfreie Augit-Andesite treten hauptsächlich als Laven auf. In der Auvergne am Puy de Dome; im Val del Bove; auf Island in grosser Verbreitung. Es finden sich quarzfreie Augit-Andesitlaven auf den Azoren, Tenerife, S. Miguel, namentlich dürfte aber zu ihnen ein Theil der Laven von Santorin gehören.

Die Laven von Santorin im J. 1866 gebildet sind bereits chemisch und mikroskopisch näher untersucht. Die chemische Zusammensetzung der neueren stimmt mit jener der älteren Gesteine überein. Die Hauptmenge der Feldspathe ist nach **Roth** triklin, obwohl auch Sanidin vorkommt, sparsam Hornblende neben dem häufi-

geren Augit. Sie enthalten sämmtlich mehr Natron als Kali. 1) Lava von Aphroessa, 2) von Georg I. und 3) von Reka, sämmtlich im J. 1866 gebildet, nach **K. v. Hauer.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure	67,35	67,24	67,16
Thonerde	15,72	13,72	14,98
Eisenoxydoxydul	1,94	2,75	2,43
Eisenoxydul	4,03	4,19	3,99
Magnesia	1,16	1,22	0,96
Kalkerde	3,60	3,46	3,40
Kali	1,86	2,57	1,65
Natron	5,04	4,90	4,59
Glühverlust	0,36	0,54	0,49
	101,06	100,59	99,65

Mikroskopische Untersuchung. Die Laven des J. 1866 von Santorin — wie **Roth** bemerkt wohl die ersten Laven, welche unter den Augen von Beobachtern zu Glas erstarrt sind — wurden durch **Zirkel** einer sehr eingehenden Untersuchung unterworfen, deren Hauptresultate folgende. Die Gesteine von Georg I. sind dunkelfarbig, mit Pechstein-artigem Glanz, theils dicht, theils feinporös; in dieser feinporösen Masse liegen mikroskopische weisse Feldspath-Krystalle, grüne Körnchen von Olivin. Es lassen sich diese Gebilde als deutliche Entglasungs-Producte bezeichnen. Bei geringer Vergrösserung des Dünnschliffs kommt ausser den grösseren, mit freiem Auge erkennbaren Feldspathen noch eine Anzahl kleinerer zum Vorschein; bei 300facher Vergrösserung erblickt man eine Glasmasse, in der in ungeheurer Menge feine Krystallnadeln nach allen Richtungen zerstreut. Die eigentliche Grundmasse, die unauflösbare Glasmasse, ist verschieden, zumal lichtgrau gefärbt. Die in der theilweise entglasten Grundmasse liegenden Feldspath-Krystalle scheinen theils Sanidin, theils Oligoklas zu sein; sie sind wasserklar und schliessen verschiedene fremde Körper ein; spiessige Krystallnadeln, namentlich aber Glasporen, die sich im polarisirten Licht sehr deutlich von der umgebenden Feldspath-Substanz unterscheiden, indem sie stets schwarz umrandet. Diese Glaseinschlüsse sind völlig analog den mikroskopischen Einschlüssen von Grundmasse in den Feldspathen und Quarzen der Quarzporphyre, Quarztrachyte. In die Feldspathe der Laven verzweigen sich oft schmale Adern von Glassubstanz. Alles deutet darauf hin, dass die Feldspath-Krystalle aus einem Schmelzfluss ausgeschieden, dass der letztere während der Bildung der Feldspathe noch plastisch. Ausser den Feldspathen sind in Menge in der Grundmasse Körner von Magneteisen ausgeschieden, ferner mikroskopische Krystalle von Olivin, die ebenfalls Glasporen und Krystallnadeln einschliessen. Auch diese Olivine in den Laven sind aus der geschmolzenen Masse unmittelbar ausgeschieden. Von Quarz, Augit oder Hornblende vermochte **Zirkel** in den von ihm untersuchten Stücken nichts zu unterscheiden.

Trachydolerite hat **Abich** gewisse Gesteine genannt, die in ihrer mineralogischen und chemischen Zusammensetzung gleichsam ein Mittelglied zwischen der Trachyt- und Basalt-Gruppe bilden. Sie dürften theils zu den Quarzfreien Augit-Andesiten, theils zu den Hornblende-Andesiten zu stellen sein. Zu letzteren gehören nach **Roth** namentlich einige von **Deiters** untersuchte Gesteine des Siebengebirges.

Quarzführender Augit-Andesit findet sich in den Anden, am Chimborazo, Cotopaxi, Antisana, als Lava.

Glas- und Schaumgesteine der Trachyt-Gruppe.

9) Obsidian.

Dichte, glasartige Masse. H. = 6 — 7. Muscheliger Bruch. Schwarz, ins Braunlich- oder Grünlichschwarze. Starker Glasglanz. Halbdurchsichtig bis an den Kanten durchscheinend. V. d. L. schwer schmelzbar.

Abänderungen. Ausser dem reinen Obsidian kann man unterscheiden: 1) porphyrartiger Obsidian oder Obsidianporphyr, mit Krystallen oder krystallinischen Körnern von Sanidin: Ischia, Island, Mexico; statt des Sanidin deutliche Krystalle von glasigem Oligoklas: Tenerife, Ararat; endlich gibt es Obsidian mit Oligoklas und Sanidin: Zimapan, Mexico. 2) Sphärolithischer Obsidian: die Obsidianmasse enthält Sphärolith-Kugeln von radialfaseriger Structur: Liparen, Neuseeland, Mexico.

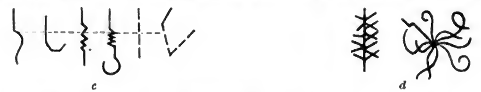
Chemische Zus. Im Allgemeinen entsprechen Obsidiane in ihrer Zusammensetzung den trachytischen Gesteinen; bemerkenswerth ist ein öfterer, wenn auch geringer Gehalt an Wasser und Chlor.

Mikroskopische Untersuchung der glasigen und halbglasigen Gesteine durch **Zirkel** hat bekanntlich über die wahre Beschaffenheit derselben sehr denkwürdige Aufschlüsse gebracht. Die Hauptmasse dieser Gesteine besteht aus einem wahren homogenen Glas, ohne Individualisirung, im polarisirten Licht beim Drehen der Nicols keinen Farbenwechsel zeigend und bei gekreuzten Nicols ganz dunkel werdend. Und dennoch lassen sie mikroskopische Krystall-Bildungen, den Anfang der Entglasung erkennen. Dies gilt besonders von dem Obsidian. Unter den zahlreichen, welche **Zirkel** untersuchte, war kein einziger der sie gänzlich vermissen liess. Die mikroskopischen Krystall-Bildungen bestehen aus: Beloniten, d. h. nadel- oder



a *b*

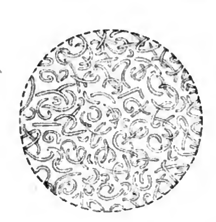
stachelförmigen Kryställchen, die höchstens 0,015 Mm. Länge erreichen; sie sind meist farblos, geradlinig, manchmal in gabelförmige Spitzen gezogen (Fig. *a*). Nicht selten erscheinen dieselben zu zierlichen sterförmigen Gruppen verbunden (Fig. *b*). Es stimmen die Belonite ohne Zweifel mit den ähnlich gestalteten Nädelchen in Phonolithen, Basalten und anderen Gesteinen überein. Fast ebenso häufig stellen sich die als Trichite bezeichneten haarförmigen Gebilde ein. Sie sind ganz schwarz, ohne Spur von Pelluciditát. Wo im nämlichen Dünnschliff die wasserhellen Belonite und die schwarzen Trichite neben einander auftreten, stellt sich ihre Verschiedenheit



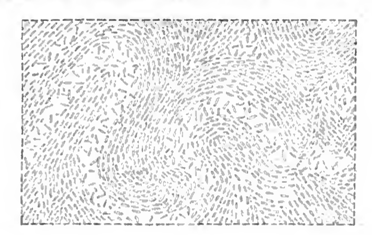
c *d*

auf das Deutlichste heraus. Die Trichite (Fig. *c* und *d*) sind nicht selten geknickt, zickzackartig gewunden. Die Menge, in welcher Belonite und Trichite (**Vogelsang** fasst sie unter dem Namen Mikrolithe zusammen) vorkommen, ist oft bedeutend.

Zirkel berichtet von einem schwarzbraunen Obsidian von der Azoren-Insel San Miguel, in welchem sich ein wahres Gewimmel von Beloniten darstellt (Fig. *e*). Es ist sehr



e



f

beachtenswerth, wie Obsidiane von den verschiedensten Fundorten — von Tokaj, Mexico, Island, Neuseeland — die natürliche theilweise Entglasung in gleicher Weise zeigen. Von weiteren mikroskopischen Einschlüssen enthält der Obsidian noch Magneteisen-Körnchen und Eisenglanz-Täfelchen. Die Fluctuations-Structur ist in den Obsidianen oft ausgezeichnet wahrzunehmen. Ein schöner, grünlichschwarzer Obsidian vom Tindastoll auf Island, welcher durch massenhafte Ausscheidung von Beloniten in hohem Grade entglast, zeigt — wie **Zirkel** bemerkt — die Belonitstränge auf das Seltsamste hin und her gedreht, wie ein wogendes Meer (Fig. *f*). Die ganze Masse ist offenbar noch in Bewegung gewesen, nachdem die Belonite sich bereits ausgeschieden hatten.

Interessante Beobachtungen an einem kaukasischen Obsidian machte **Kenngott**. Die Belonite zeigen prismatische Formen des hexagonalen Systemes. Trichite sind in den sonderbarsten Gebilden vorhanden; ferner Orthoklas in einfachen und Zwillings-Krystallen; neben ihm ein trikliner Feldspath; endlich Magneteisen reichlich. Viele Blasenräume, in Ebenen den Beloniten parallel liegend, bedingen den Schiller dieses Obsidians. Der eigenthümliche grünlichgelbe Schiller, den der bekannte Obsidian vom Cerro de los Navajos in Mexico zeigt, ist nicht, wie man annahm, durch zahlreiche feine Blasenräume bedingt, sondern durch sehr viele, höchst dünne, eiförmige Lamellen (**Zirkel**).

Verbreitung des Obsidian in vulkanischen Regionen sehr bedeutend; auf den Liparen, Tenerife, Island, in Transkaukasien, Armenien, Mexico, Neuseeland.

10) Trachytpechstein.

Glasartige dichte Masse von muscheligem Bruch. H. = 5,5 — 6. Grüne, schwärzlichgrüne, roth- oder gelbbraune Farben; Fettglanz. V. d. L. schmelzbar; gibt im Kolben Wasser.

Abänderungen. Wie beim Obsidian kann man ausser dem von Einmengungen freien noch einen porphyrartigen Trachytpechstein oder Trachytpechstein-Porphyr unterscheiden, der zahlreiche, stark glänzende Sanidine enthält.

Chemische Zusammens. Die Trachytpechsteine unterscheiden sich von den Obsidianen durch ihren constanten und grösseren Wasser-Gehalt.

Mikroskopische Untersuchung der Trachytpechsteine durch **Zirkel** hat das denkwürdige Resultat ergeben: dass so sehr solche äusserlich den Felsitpechsteinen gleichen, sie sich von letzteren in Dünnschliffen wesentlich unterscheiden. Die Trachyt-

pechsteine sind belonitisch entglast; die Zahl der Belonite in ihnen aber noch eine ungleich bedeutendere wie in den Obsidianen, in denen reine Glasstellen doch viel häufiger.

Verbreitung: Island; Euganeen.

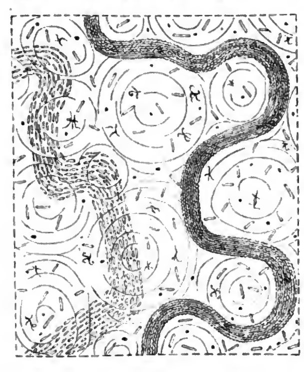
11) Perlit (Perlstein.)

Email- oder glasartige Masse aus runden Körnern gebildet. Die Körner, welche bis über Erbsengrösse erreichen, von concentrisch-schaliger Zusammensetzung. H. = 6. Perlgrau. Zwischen Glas- und Perlmutterglanz. V. d. L. schmelzbar. Im Kolben Wasser gebend.

Abänderungen. Ausser dem eigentlichen, körnig-schaligen Perlit lassen sich noch unterscheiden: 1) Perlitporphyr, die Grundmasse umschliesst zahlreiche Krystalle oder krystallinische Körner von Sanidin: Monte Menone, Euganeen; Hlinik in Ungarn u. a. O. 2) Sphärolithischer Perlit. Die Perlitmasse enthält Kugeln von Hirsekorn- bis Wallnuss-Grösse und von concentrisch schaliger Textur. Die einzelnen Sphärolithe besitzen meist eine glatte Oberfläche und sind scharf vom umschliessenden Gestein abgegrenzt. Im Innern bergen sie zuweilen ein Sanidin- oder ein Quarz-Körnchen.

Accessor. Gemength. Biotit in kleinen Blättchen nicht selten; Granat: Lipari, Cabo de Gata.

Accessorische Bestandmassen stellen sich in den Perliten nicht selten ein; Trümmer und Nester von Opal oder Jaspis: Telkibanya u. a. O. in Ungarn. Ferner die von **v. Richthofen** als Lithophysen bezeichneten rundlichen oder birnförmigen Einschlüsse, welche bis zu Faustgrösse erreichen und im Innern theilweise hohl. Telkibanya, Beregszasz in Ungarn.



A

Chem. Zusammens. Die Perlite entsprechen in ihrer Constitution den Quarztrachyten, mit welchen sie den hohen Kieselsäure-Gehalt gemein haben, der wohl nicht unter 70%, während der durch **G. vom Rath** analysirte Perlit vom Monte Menone in den Euganeen sogar einen Kieselsäure-Gehalt von 82,80% erreicht.

Mikroskop. Untersuchung der Perlite durch **Zirkel** hat ebenfalls merkwürdige Resultate ergeben. In der perlitischen Glasmasse begegnet man den nämlichen mikroskopischen Kryställchen, den Beloniten und Trichiten, wie in den Obsidianen. Besonders sind die grauen, emailartigen Perlite oft stark entglast, aber ihre mikroskopischen Entglasungs-Producte sind ohne jede Beziehung zu der Textur der Perlitkugeln gruppirt: in den einzelnen Kugeln liegen die Belonite in grösster Unordnung durcheinander, oder es ziehen Ströme kleiner Belonite durch ein Perlitkorn oder durch mehrere benachbarte hindurch, wie solches (Fig. *A*) Perlite aus Ungarn zeigen. Es ist dies also eine uber-

raschende und von **Zirkel** mit Recht hervorgehobene Thatsache: die mikroskopische Entglasung und perlitische Schalentextur sind von einander völlig unabhängig. Um so weniger haben demnach Perlitkörner und Sphärolithe etwas gemein. — Unter den mikroskopischen Einschlüssen verdienen noch die im Dünnschliff wasserhellen Sanidine Erwähnung, welche nicht selten stark oder halb entglaste Einschlüsse der Grundmasse bergen; besonders aber die triklinen Feldspathe — wie sie **Zirkel** unter anderen im Perlit vom Cattajo bei Padua (Fig. *B*) beobachtete. Die triklinen Feldspathe zeigen die für sie charakteristische Erscheinung: die im polarisirten Lichte verschieden gefärbten Lamellen (im Holzschnitt durch weisse und schwarze Streifen angedeutet). Die triklinen Feldspathe treten bald für sich allein auf, bald mit Sanidin und oft von diesem allseitig umhüllt, aber durch das polarisirte Licht deutlich getrennt.


B

Verbreitung der Perlite zumal in Ungarn bei Telkibanya, Schemnitz, Tokaj u. a. O.; ferner in den Euganeen am Monte Menone, Monte Pendise; auf den Ponza-Inseln; Ascension; Mexico.

Sphärolithfels ist vom sphärolithischen Perlit zu unterscheiden. In der email- oder glasartigen Masse liegen Sphärolithe von excentrisch-faseriger Textur so reichlich, dass die Grundmasse oft ganz zurücktritt.

12) Bimstein.

Glasartige Masse, welche jedoch voll Poren und dadurch ein schwammiges, schaumiges Ansehen erlangt. Die Blasen sind theils rund, theils langgestreckt, wodurch eine Art Faserstructur entsteht. H. = 4,5. Weiss, grau, gelb. Glas- bis Seidenglanz. V. d. L. bald leichter, bald schwerer schmelzbar.

Abänderungen. 1) Trachytbimstein, zuweilen porphyrartig durch Krystall-Einschlüsse und zwar entweder von Sanidin: Laacher See, Procida, Lipari, Camaldoli und Agnano-See bei Neapel; oder Oligoklas: Arequipa, Peru; Llacatunga. 2) Perlitbimstein, d. h. ein Bimstein mit Perlitstructur; tritt lagenweise mit Perlit wechselnd auf, zumal in Ungarn. 3) Obsidianbimstein; die Bimsteinmasse wechselt mit Obsidianstreifen: Lipari.

Chemische Zus. der Bimsteine entspricht jener der Obsidiane oft in hohem Grade.

Mikroskopische Untersuchung. Der Bimstein, welcher nur die schaumartige Modifikation des Obsidian, lässt auch ähnliche Mikrostructur wie dieser wahrnehmen. Neben den makroskopischen Blasen sind aber immer noch mikroskopische Bläschen reichlich vorhanden. **Zirkel** unterscheidet zwei Typen der Bimstein-Ausbildung. Ein Theil, wie z. B. von Island, Neuseeland, Lipari weisen keine mikroskopische Entglasung auf; ausser den grösseren Schaumblasen ist die Glasmasse mit zahllosen geschlossenen mikroskopischen Hohlräumen erfüllt. Ein anderer Theil, wie z. B. von Telkibanya in Ungarn, zeigt aus Strängen zusammengesetzte Glasmasse, welche aber durch Ausscheidung vieler Belonite stark entglast. Die Belonite sind in dem Bimsteinglas den einzelnen Strängen parallel gelagert. Die Glasstränge enthalten viele Hohlräume, auch rissige Feldspathe, die wieder Glaseinschlüsse bergen.

Verbreitung: Liparen, Milo, Santarin, Tenerife, Island, Auvergne; öfter in losen Massen, wie am Laacher See.

0. Gruppe der Basaltgesteine und ihrer Laven.

Bis zum Jahre 1870 nahm man an, dass die basaltischen Gesteine wesentlich aus Labradorit, Augit und etwas titanhaltigem Magneteisen bestehen. Da erschien die denkwürdige Schrift von **Zirkel,** in welcher er nachwies, dass keineswegs in allen Basaltgesteinen ein Feldspath als Gemengtheil neben dem nie fehlenden Augit vorhanden, dass vielmehr statt des Feldspaths bald Nephelin, bald Leucit als Hauptgemengtheil auftreten, wonach sich also drei Abtheilungen unterscheiden lassen, nämlich: 1) Feldspathbasalte; 2) Nephelinbasalte und 3) Leucitbasalte.

1) Feldspathbasalte.

Sie bestehen aus vorwaltendem triklinen Feldspath, aus Augit und Titaneisen (oder Magneteisen); enthalten meist noch Olivin, zuweilen etwas Nephelin, aber gewöhnlich nur als mikroskopischen Gemengtheil.

Es lassen sich folgende Abänderungen unterscheiden:

Dolerit und Anamesit.

Der Name Dolerit (von δολερος) wurde von **Hauy** wegen der Aehnlichkeit mit andern Gesteinen gegeben; der Name Anamesit weil dies Gestein, was seine Structur betrifft, die Mitte hält zwischen Dolerit und Basalt.

Die Structur des Dolerit ist eine mittel- bis grobkörnige, aber selten so feinkörnig, dass die Gemengtheile nicht zu unterscheiden wären. Der trikline Feldspath in kleinen Tafeln oder schmalen Leisten, zuweilen mit deutlicher Zwillings-Reifung, von weisslicher oder grauer Farbe, ist bald Labradorit, bald ein kieselsäurereicherer Kalknatronfeldspath, Andesin oder Oligoklas. Der Augit erscheint in kleinen, kurzen Prismen oder Körnern von schwarzer Farbe. Ausserdem tritt als bezeichnender Gemengtheil Titaneisen in kleinen tafelförmigen Individuen auf. Die Structur des Anamesit ist eine so feinkörnige, dass man die Gemengtheile nicht mehr deutlich zu unterscheiden vermag. Oft etwas porös. Farbe grau ins grünlichgraue und schwärzlichgraue. **Sandberger** hat neuerdings darauf aufmerksam gemacht, dass sich Dolerit und Anamesit von den anderen dichten Feldspathbasalten durch das überwiegende Auftreten des Titaneisens unterscheiden, während in letzteren mehr Magneteisen vorhanden. Olivin dürfte als makroskopischer Gemengtheil im Anamesit häufiger sein, wie im Dolerit; er findet sich nach **Zirkel** in Anamesiten Islands, nach **Hornstein** in den unteren Maingegenden bei Eschersheim, Kesselstadt.

Accessor. Gemength. nicht häufig und im Dolerit noch seltener wie im Anamesit. Beachtung verdient der von **Hornstein** beschriebene Nigrescit, ein dem Chlorophäit nahe stehendes Mineral, welches in den typischen Anamesiten von

Steinheim bei Hanau, Eschersheim bei Frankfurt vorkommt und vielleicht ein Umwandelungs-Product des Olivin. Tridymit wurde kürzlich durch **Sandberger,** neben Quarz, Titaneisen und feinen Apatit-Nadeln in kleinen Drusen eines grobkörnigen Dolerits auf der Höhe des Frauenberges unweit Brückenau in Franken entdeckt. Ferner findet sich im Anamesit-Gebiet des Mainthales, bei Steinheim u. a. O. sehr häufig in Hohlräumen, auf Klüften Sphärosiderit, in traubigen, kugeligen Massen von strahliger Textur; auch Hyalith in kleinen Hohlräumen: Frankfurt, Wilhelmsbad bei Hanau.

Chemische Zusammensetzung der Dolerite und Anamesite stimmt überein; beide besitzen einen geringen Wassergehalt und brausen, besonders der Anamesit, oft mit Säure auf. 1) Dolerit von Teolo in den Euganeen, nach **G. vom Rath;** 2) vom Meissner, nach **Moesta;** 3) von der Sababurg in Hessen, nach **Möhl.** 4) Anamesit vom Riesendamm, nach **Streng;** 5) dunkler Anamesit von Eschersheim bei Frankfurt und 6) Säulen-Anamesit von Steinheim, nach **Hornstein.**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kieselsäure . . .	53,54	54,39	54,62	52,13	50,99	51,69
Thonerde	11,69	10,09	16,42	14,87	15,23	15,72
Eisenoxyd . . .	—	7,07	3,92	—	8,75	3,25
Eisenoxydul . . .	13,77	5,79	7,88	11,40	3,43	6,80
Kalkerde	8,69	8,89	7,23	10,56	11,42	9,38
Magnesia	5,50	6,49	2,08	6,46	4,67	4,85
Kali	0,46	2,17	1,35	0,69	1,06	1,05
Natron	4,96	4,16	4,23	2,60	2,44	3,90
Wasser	1,39	0,57	1,24	1,19	0,87	1,42
	100,00	99,62	101,39	100,22	100,40	100,44

Anmerk. Der Dolerit von der Sababurg enthielt noch 0,33 Manganoxydul und 0,83 Phosphorsäure; der Anamesit vom Riesendamm 0,32 Manganoxydul; der Anamesit von Eschersheim 1,12 Titansäure und 0,42 Kohlensäure, der von Steinheim 1,51 Titansäure und 0,87 Kohlensäure.

Verbreitung: Dolerite finden sich besonders in Kurhessen, zumal in den Umgebungen des Meissner, bei Schlüchtern und an der Sababurg; Löwenburg im Siebengebirge; Teolo in den Euganeen; Anamesite sehr ausgezeichnet in den unteren Maingegenden bei Hanau und Frankfurt; auf Island, auf den Faroer, Irland, Schottland, Hebriden.

Feldspathbasalt.

Dichte, scheinbar gleichartige Masse von schwarzer Farbe ins Graulich- oder Blaulichschwarze. G. = 2,9 — 3,1. V. d. L. leicht zu schwarzem Glase schmelzbar.

Nach Modificationen in der Structur kann man unterscheiden:

Dichter Feldspathbasalt, scheinbar homogene, einfache Masse. Derartige Gesteine sind sehr verbreitet. Poröser Basalt, mit vielen kleinen Poren; häufig, besonders in der Eifel. Eckig-körniger, kockolithartiger Basalt; in der Eifel und im Vogelsgebirge. Porphyrartiger Basalt in dem einer der wesentlichen Gemengtheile in Krystallen oder krystallinischen Körnern ausgeschieden. Dies ist besonders der Olivin, welcher zumal in den dichten Feldspathbasalten auf solche Weise auftritt. Bei der Häufigkeit seines Vorkommens ist die Seltenheit deut-

licher Krystalle auffallend. Die charakteristische Form des Olivin in den Basalten ist $\infty P . \infty \breve{P}\infty . 2\breve{P}\infty$. Gewöhnlich in ölgrünen Körnern: Habichtswald, Vogelsgebirge, Baula auf Island; oder in körnigen Aggregaten von Nuss- bis über Faustgrösse: Unkel am Rhein, Naurod bei Wiesbaden.

Accessorische Gemengtheile sind in den dichten Feldspathbasalten sehr häufig. Unter ihnen bezeichnend: Hornblende (sog. basaltische Hornblende) in säulenförmigen Krystallen und krystallinischen Partien mit stark glänzenden Spaltungsflächen: Habichtswald; Schima und Kostenblatt in Böhmen. Zirkon: Unkel am Rhein und Jungfernberg im Siebengebirge; die kleinen Krystalle von prismatischem Typus in der Comb. $\infty P\infty . \infty P . P$. Sapphir, krystallinische Körner; ebenfalls bei Unkel und am Jungfernberg. — Auf Klüften: Hyalith in traubigen Partien: Waltsch in Böhmen.

Chemische Zusammens. Gleich den Doleriten und Anamesiten lassen die dichten Feldspathbasalte oft ein Aufbrausen wahrnehmen, was von der Bildung von Carbonaten herrührt und besitzen einen constanten Wassergehalt, der im Mittel 2,5% beträgt. Im Allgemeinen dürfte der Gehalt an Kieselsäure und Alkalien etwas geringer, der Gehalt an Wasser etwas grösser sein wie in den Doleriten und Anamesiten. Unter den verschiedenen Analysen verdienen zumal die von **Moesta** Beachtung; 1) Basalt vom Schwalbenthal in der Nähe des Meissner und 2) typischer Basalt, reich an Olivin, von der Kitzkammer. Ferner 3) Basalt von Rossdorf unfern Darmstadt, nach **Th. Petersen.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure	48,22	48,28	40,53
Thonerde	13,11	13,56	14,89
Eisenoxyd	7,26	6,35	1,02
Eisenoxydul	6,64	6,70	11,07
Kalkerde	10,33	11,44	14,62
Magnesia	8,50	8,70	8,02
Kali	2,07	2,84	1,95
Natron	4,40	1,11	2,87
Wasser	0,91	1,51	1,44
	101,44	100,49	99,86

Anm. Der Basalt von Rossdorf enthielt noch: 0,17 Kohlensäure, 1,32 Phosphorsäure, 1,80 Titansäure und 0,16 Manganoxydul. **Petersen** hebt mit Recht den hohen Gehalt an Phosphorsäure hervor und macht darauf aufmerksam, dass solche überhaupt in basaltischen Gesteinen oft vorhanden, indem Apatit in kleinen, oft in Vertiefungen der Augit-Krystalle unter dem Mikroskop zu beobachtenden Nadeln vorkommt. Aus seinen Analysen der Dolerite und Feldspathbasalte der Umgebung des Meissner gelangt **Moesta** zum Schluss, dass in den ächten Doleriten der Gehalt an Kieselsäure am bedeutendsten, nimmt durch die weniger typischen Gesteine dieser Gattung nach den Basalten hin fortwährend ab, indem der Gehalt an Thonerde steigt.

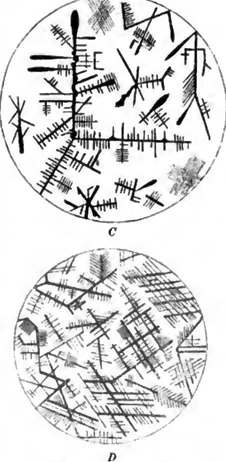
Feldspathbasalt-Laven unterscheiden sich von den Feldspathbasalten petrographisch nicht. Wie bei letzteren kommt deutlich krystallinisch-körnige, feinkörnige und dichte Structur vor. Doleritlava, welche ein deutliches Gemenge von triklinem Feldspath mit Augit und Titaneisen (oder Magneteisen), ist sehr verbreitet; besonders in der Auvergne, in den Umgebungen des Aetna, am Stromboli, auf Island, auf den capverdischen Inseln, auf Tenerife, San Miguel. Anamesitlava findet sich in der Auvergne, besonders aber auf den canarischen

Inseln; es gehört zu ihnen ein grosser Theil der Gesteine, welche **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** als Basanite bezeichnen. Endlich sind dichte Feldspathbasalt-Laven ausserordentlich verbreitet: Eifel, Auvergne, auf den azorischen und canarischen Inseln, auf Java.

Chemische Zusammensetzung. Der Unterschied zwischen den Feldspathbasalten und den Laven derselben beruht besonders darauf, dass letztere entweder nur einen geringen Wassergehalt oder gar keinen besitzen. 1) Doleritlava vom Puy de Gravenoire, Auvergne, nach **A. v. Lasaulx**; 2) Doleritlava vom Aetna (Eruption von 1865), nach **C. Fuchs**; 3) anamesitische Lava („Basanit") von Mallorquines auf Tenerife, nach **K. v. Fritsch** und **W. Reiss**, blasig, aschgrau; 4) Basaltlava vom Chuquet Couleyre in Auvergne, nach **A. v. Lasaulx**.

	1)	2)	3)	4)
Kieselsäure . .	49,57	49,27	52,46	50,28
Thonerde . . .	19,77	18,54	14,25	22,21
Eisenoxyd . .	—	6,98	—	—
Eisenoxydul . .	11,36	5,62	14,47	9,37
Kalkerde . . .	10,71	10,38	9,87	8,96
Magnesia . . .	4,31	3,76	4,16	4,46
Kali	1,28	2,22	0,68	1,20
Natron	2,26	3,45	3,90	3.98
Wasser . . .	0,56	—	—	0,24
	99,82	100,22	99,79	100,70

Mikroskopische Untersuchung der Feldspathbasalte und ihrer Laven. Aus dem vorzüglichen Werke von **Zirkel** seien hier die wichtigsten Resultate über die Mikrostructur der Feldspathbasalte im Allgemeinen und über deren Gemengtheile im Besonderen hervorgehoben. Die Basaltgesteine sind nicht, wie man früher annahm, bis auf ihre kleinsten Theilchen krystallinisch zusammengesetzt; bei den meisten ist zwischen den kleinsten Gemengtheilen noch reichlicher oder spärlicher amorphe Substanz vorhanden, die entweder rein glasiger oder halbglasiger Natur oder völlig entglast. Wenn die rein glasige Masse reichlich vorhanden — so dass sie den ausgeschiedenen Krystallen wenigstens das Gleichgewicht hält — stellt sie sich als eine hellbraune, das Licht einfach brechende Substanz dar. Ist hingegen die amorphe Masse nur halbglasiger Natur, dann erscheinen jene in den trachytischen Glasgesteinen so häufigen Trichite in den sonderbarsten Gebilden; so z. B. in dem Feldspathbasalt des Dächelsberges bei Oberbachem unfern Bonn sind dieselben zu gestrickten, so wie ähnlichen Figuren verbunden (Fig. *C*); in den Feldspathbasalten von Anneklef bei Hör in Schonen bilden Trichite die sonderbarsten Gruppen (Fig. *D*).

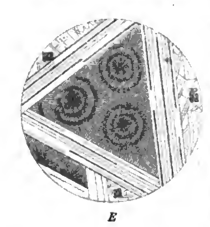


C

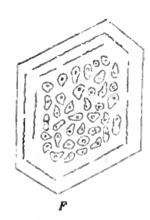
D

Anstatt der Trichite stellen sich in der halbglasigen Masse Körner ein, so dass sie zu einer Körner führenden wird. Wenn die Entglasung weiter vorgerückt, dann

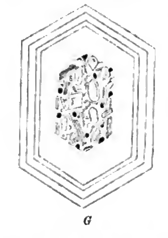
tritt die entglaste Substanz nicht als eigentliche Grundmasse, sondern als zwischen die grösseren Gemengtheile gedrängte Masse auf. Dies ist namentlich in den Anamesiten und besonders im Anamesit von Steinheim der Fall. Hier erscheint zwischen den grossen, im polarisirten Lichte buntfarbig liniirten Feldspathen (Fig. *E*) und den spärlichen Augiten die braune impellucide Substanz, in der es von farblosen Nädelchen und schwarzen Stacheln wimmelt. Die ersteren dürften Apatit sein. Endlich gibt es noch Basalte, in denen sehr wenig Glasmasse vorhanden ist. — **Zirkel** unterscheidet die Feldspathbasalte nach ihrer Mikrostructur als: 1) körnige, d. h. es tritt keine eigentliche Grundmasse, weder im glasigen, noch halbglasigen, noch entglasten Zustande hervor, es steckt nur etwas amorphe Substanz zwischen den Gemengtheilen. Dahin gehören die Dolerite vom Meissner, viele Basalte des Habichtswaldes, der Eifel, von Unkel u. a. O. 2) Krystallinisch-porphyrische, wenig Glas enthaltend; der Basalt vom Jungfernberg, die Lava vom Puy de Pariou, im Ganzen selten. 3) Glasig-porphyrische; z. B. der Basalt von Anneklef. 4) Feldspathbasalte mit Zwischenklemmungs-Structur; dahin gehört ein grosser Theil der Anamesite. — Unter den Hauptgemengtheilen der Feldspathbasalte verdient zunächst der Feldspath Erwähnung. Für denselben ist trikline Natur charakteristisch, die sich oft durch verschiedenartige Streifung im polarisirten Licht zu erkennen gibt. Im Allgemeinen sind die Plagioklase frisch, enthalten selten Glaseinschlüsse, noch seltener von Flüssigkeit. Die im Dünnschliff ganz klar werdende Masse der Augitkrystalle enthält mit grosser Gleichmässigkeit fremdartige mikroskopische Einschlüsse, nämlich: Augitmikrolithen; farblose Nadeln von Apatit; Körnchen von Magneteisen oder Titaneisen, Glaspartikel, basaltische Grundmasse, Gasporen und Einschlüsse von Flüssigkeit (Kohlensäure). Die Glaseinschlüsse stellen sich bald am Rand, bald in der Mitte der Krystalle des Augit ein; es findet sich z. B. im Augit des Basalts von Hohenseelbachskopf bei Siegen im Innern ein glaskornreicher Kern mit einer dem Umriss des Krystall-Durchschnitts parallelen Contour, darüber eine Einschluss-freie Augit-Zone (Fig. *F*). Die Einschlüsse der



E



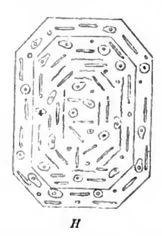
F



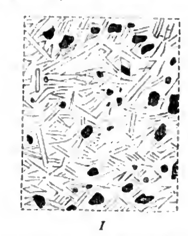
G

benachbarten Grundmasse sind in den Augiten häufig zu beobachten, oft umschliessen die Krystalle ein Gemenge von triklinem Feldspath, Olivin und Magneteisen, wie solches im Dolerit der Löwenburg der Fall (Fig. *G*). Merkwürdig ist der innere, schichtenartige Aufbau vieler Augit-Krystalle und wie sich die eingewachsenen

Krystallnädelchen (Augitmikrolithen) mit ihren Längsaxen parallel dem Schichtenverlauf der Augit-Krystalle angeordnet haben; so im Dolerit der Löwenburg (Fig. *H*). — Der Olivin erscheint in den Dünnschliffen bald in Krystallumrissen, bald in rund-



H



I

lichen oder eckigen Körnern. Gleich dem Augit beherbergt er Einschlüsse von Glas, aber in geringerer Menge; ferner Körnchen von schwarzem Titan- oder Magneteisen; besonders häufig sind aber, namentlich auch in den Laven, Flüssigkeits-Einschlüsse, welche nach den Untersuchungen von **Vogelsang** aus liquider Kohlensäure bestehen. Unter den Gemengtheilen der Basaltgesteine ist der Olivin derjenige, welcher einem Umwandelungs-Process am ehesten unterliegt; es soll davon weiter die Rede sein. Endlich ist Magneteisen oder Titaneisen als in keinem Dünnschliff fehlendes Mineral zu erwähnen, oft reichlich in durch die Gesteinsmasse gleichmässig zerstreuten Körnern, die manchmal auch den Feldspath-Krystallen eingesprengt sind, wie dies in einem Basalt von Weilberg im Siebengebirge der Fall (Fig. *I*). Als ein häufiger mikroskopischer Bestandtheil der Feldspathbasalte verdient noch Apatit Erwähnung, der in farblosen Nadeln auftritt und den Phosphorsäure-Gehalt so vieler Basalte erklärt.

2) Nephelinbasalte.

Sie bestehen wesentlich aus Nephelin, Augit, Olivin und Magneteisen, denen sich manchmal noch Leucit, Feldspath und Nosean beigesellen.

Es lassen sich folgende Abänderungen unterscheiden:

Nephelinit (Nephelindolerit.)

Fein- bis grobkörnige, auch porphyrartige Structur. Der Nephelin erscheint in krystallinischen Körnern oder hexagonalen Prismen von graulich- oder gelblichweisser Farbe mit starkem Fettglanz; der Augit bald in krystallinischen Körnern, bald in kurzsäuligen Krystallen von schwarzer Farbe. Magneteisen in Körnchen. Die Farbe des Gesteins ist grau ins Braune. Die porphyrartige Structur wird durch Nephelinkrystalle bedingt.

Accessor. Gemength. Im Nephelinit des Katzenbuckel finden sich kleine Krystalle von Granat von gelblicher Farbe. Zuweilen Körner von Titanit: Meiches, Löbau. Biotit am Katzenbuckel. In den Drusen des Nephelinit von der Pflasterkaute bei Marksuhl finden sich: Phillipsit, Faujasit, Natrolith und Thomsonit.

Chemische Zusammens. 1) des Nephelinit von Meiches im Vogelsgebirge, von **A. Knop**; ein deutlich erkennbares Gemenge von Nephelin und Augit; 2) Nephelinit vom Katzenbuckel, grobkörnig, doleritisch und 3) porphyrartiger Nephelinit von da, nach **Rosenbusch.**

	1.	2.	3.
Kieselsäure	43,89	42,299	44,805
Phosphorsäure	1,39	0,653	0,446
Thonerde	19,25	12,630	11,111
Eisenoxyd	—	15,476	9,817
Eisenoxydul	12,00	5,075	5,825
Magnesia	2,81	5,235	4,884
Kalkerde	10,58	8,419	9,545
Kali	1,73	2,726	3,672
Natron	9,13	5,187	6,748
Wasser	—	3,593	2,959
	99,39	100,408	99,935

Anm. 1 enthielt noch: 1,24 Titansäure, 0,17 Baryt, 0,01 Strontianerde; ferner enthielt von den Oxyden des Kobalt, Nickel, Mangan Nr. 2: 0,115 und Nr. 3: 0,123.

Die merkwürdigen Nephelinite von Meiches und vom Katzenbuckel verdienen noch eine nähere Besprechung. Der grobkörnige Nephelinit von Meiches enthält nach **Knop** ausser dem in Drusen krystallisirten Nephelin und schwarzen Augit noch Magneteisen in deutlichen Krystallen, einen triklinen Feldspath (barythaltigen Oligoklas), Leucit, Apatit-Nadeln, etwas Titanit und endlich Dodekaeder von Sodalith, der hier als Vertreter des Nosean erscheint. Der Nephelinit vom Katzenbuckel — in welchem **C. v. Leonhard** einst (1822) den Nephelin erkannte — und welcher neuerdings durch **H. Rosenbusch** mineralogisch, chemisch und mikroskopisch untersucht wurde[1]) ist, wie auch **Sandberger** bemerkt, das interessanteste Nephelingestein Deutschlands. **Rosenbusch** unterscheidet vier Abänderungen: basaltischen Nephelinit, Nephelinitporphyr, porphyrartigen Nephelinit und Doleritischen Nephelinit. Sehr schön zeigt sich an den Krystallen des Nephelin dessen Umwandelung in Natrolith, sie beginnt stets von der Peripherie, der Krystall umgibt sich mit einer matten, mehligen Rinde, die strahliges Gefüge annimmt. Die mikroskopische Untersuchung von 50 Dünnschliffen ergab ausser den genannten makroskopischen Gemengtheilen Sanidin und blauliche oder gelbliche Noseane, Nadeln von Apatit. Die Nepheline umschliessen Augit, Feldspath, Biotit, Magneteisen, Belonite, Trichite und Glasporen. **Sandberger,** welcher Dünnschliffe des Nephelinit vom Katzenbuckel untersuchte, erkannte ebenfalls Sanidin, ausserdem Octaeder von Pleonast. Im Nephelinit von Löbau in der Lausitz fand **O. Schneider** auch Sanidin als Gemengtheil und die Zeolithbildung.

Verbreitung: ausser an den drei genannten Fundorten wird in Deutschland noch Nephelinit getroffen bei Wickenstein in Schlesien; Schreckenstein und Tichlowitz in Böhmen; Hohenhöwen im Höhgau; Pflasterkaute bei Marksuhl.

Nephelinitlava. Nephelindolerit als Lavenstrom kommt auf Canaria bei Siete Fuentes vor. Es ist — nach **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** — ein schönes, grobkörniges Gestein, wenig porös, ein Gemenge von graulichweissem Nephelin, schwarzen, prismatischen Augiten und Magneteisen.

---

[1]) Der Nephelinit vom Katzenbuckel. Freiburg. 1869.

Nephelinbasalt.

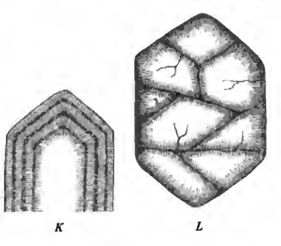
Dichte, scheinbar gleichartige Masse aus Nephelin, Augit, Olivin und Magneteisen.

Viele Nephelinbasalte und nach **Zirkel** gerade die typischsten dieser Art, bestehen nur aus diesen vier Gemengtheilen. In anderen mengt sich noch trikliner Feldspath oder Leucit ein, in noch anderen Melilith und Biotit.

Verbreitung. Zu den, von **Zirkel** als solche erkannten Nephelinbasalten gehören die von Spechtshausen bei Tharand, Wohlbach bei Adorf, Kohlbach bei Bayreuth, Landberg bei Herzogswalde, Kaltennordheim in der Rhön, Kosackow, Böhmen, vom Sassberg bei Dettingen und vom Eisenrüttel unfern Urach, Oberbergen im Kaiserstuhl und von Auerbach in Hessen.

Nephelinbasaltlaven treten namentlich am Laacher See auf; so an der Hannebacher Ley, am Herchenberg; ferner am Scharteberg bei Kirchweiler in der Eifel.

Mikroskopische Untersuchung der Nephelinbasalte. Die Krystalle des Nephelin sind meist kurzsäulig und stellen sich in den Dünnschliffen in farblosen, kurzen Rechtecken ein, was sie gewöhnlich von den langsäuligen, nadelförmigen Krystallen des Apatit unterscheiden lässt. Bald sind die Nepheline völlig rein und wasserhell, bald mit Augit-Mikrolithen durchwachsen, die oft den Rändern der Nephelin-Rechtecke parallel angeordnet sind. Im Allgemeinen verwittert der Nephelin weniger schnell, als Olivin und Nosean; indess lässt sich in den Dünnschliffen oft ebenso gut die Umwandelung in Zeolith-Substanz beobachten, wie man solches mit freiem Auge im Nephelinit des Katzenbuckel sieht. Besondere Beachtung verdienen die Zersetzungs- und Umwandelungs-Processe des Olivin. Bald sind in der Mitte noch ganz klare Olivine an den Rändern in eine grasgrüne, polarisirende Substanz umgewandelt, bald in ein Aggregat von Kügelchen. Das Neubildungs-Product dürfte in vielen Fällen Serpentin sein. **Zirkel** beobachtete wie die Olivine im Gestein der Pflasterkaute im Innern noch ganz unversehrt, aussen, unter Erhaltung ihres Umrisses in eine feinfaserige Substanz umgewandelt (Fig. *K*), deren Saum allmählig in den frischen Kern übergeht. Die Fasern stehen senkrecht auf der Umgrenzungs-Linie, die umgewandelte Partie ist aus dunkleren und helleren Zonen zusammengesetzt. Andere, grössere Olivine sind in Serpentin-Substanz umgewandelt, die von vielen feinen Spalten durchzogen wird (Fig. *L*). — Nosean beobachtete **Boricky** in einigen Nephelinbasalten des linken Elbeufers, am Schlanberg, Mily- und Dlouhyberg. Nosean enthält auch das früher als „Dolerit"[1]) aufgeführte Gestein von Oberbergen im Kaiserstuhl.



[1]) Es ist das Verdienst von **Fr. Nies,** zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass gewisse Gesteine des Kaiserstuhls als porphyrartige Basalte zu betrachten, indem die Augit-Krystalle in einer dichten Masse liegen, welche nur da doleritartig, wo die Zeolith-Bildung bereits begonnen hat; vgl. „Geognostische Skizze des Kaiserstuhl-Gebirges." Heidelberg, 1862.

In dem, wie es scheint, hauptsächlich aus Augit und Nephelin bestehenden Grundgewebe bemerkt man noch, ausser dem Nosean, Sanidin, triklinen Feldspath, Melanit, Apatit-Nadeln und Magneteisen-Körner. — Melilith findet sich als mikroskopischer Gemengtheil reichlich in einigen Laven des Laacher See, zumal an der Hannebacher Ley; aber auch in den Basalten von Scheibenberg bei Annaberg im Erzgebirge.

3) Leucitbasalte.

Dieselben bestehen aus Leucit, Augit, Olivin und Magneteisen, wozu sich stets noch Nephelin gesellt. Die Structur ist eine kleinkörnige Mikrostructur, nur selten tritt Augit oder Olivin makroskopisch porphyrartig hervor.

Unter den durch grössere Augit-Krystalle porphyrartige Structur erlangenden Leucitbasalten sind besonders zu nennen die von Rothweil im Kaiserstuhl; ferner die von Tichlowitz in Böhmen.

Chemische Zus. des Leucitbasalts von Paskopola im böhmischen Mittelgebirge nach **Boricky:** 43,719 Kieselsäure, 0,107 Phosphorsäure, 0,610 Titansäure, 27,344 Thonerde, 11,658 Eisenoxyd, 7,495 Kalkerde, 1,698 Magnesia, 7,369 Alkalien und Wasser.

Verbreitung der Leucitbasalte ist nicht so bedeutend wie jene der Nephelinbasalte; in Sachsen bei Stolpen, an der Geisinger Kuppe bei Altenberg, am Pöhlberg bei Annaberg; dann im böhmischen Mittelgebirge am Milleschauer, bei Aussig, Tichlowitz, Paskopola, Honosic, Bilinka; Schackau in der Rhön; Stoffelskuppe im Thüringer Wald; im Kaiserstuhl bei Rothweil u. a. O.

Leucitbasaltlaven sind besonders in den Umgebungen des Laacher Sees verbreitet. Unter ihnen verdient zumal Erwähnung die bekannte Mühlstein-Lava von Niedermendig. Sie ist voller Poren, in denen zuweilen kleine Nepheline zu bemerken, reich an accessorischen Gemengtheilen: Sanidin, Biotit, Sapphir, Zirkon, Hauyn. Ihre chemische Zus. ist nach **R. Mitscherlich:** 48,24 Kieselsäure, 17,43 Thonerde, 7,22 Eisenoxyd, 1,17 Eisenoxydul, 0,38 Manganoxydul, 3,99 Magnesia, 6,09 Kalkerde, 4,62 Kali, 4,28 Natron, 2,78 Glühverlust. S. = 99,56. — Laven der Leucitbasalte finden sich ferner bei Wehr, am Veitskopf, bei Brohl; in der Eifel bei Uedersdorf; am Roderberg; endlich am Kammerbühl bei Eger.

Mikroskopische Untersuchung. Die Leucitbasalte sind im Allgemeinen durch die Einförmigkeit ihrer kleinkörnigen Mikrostructur, durch die grosse Seltenheit glasreicher Modificationen charakterisirt. Die Leucite enthalten, gleich den Nephelinen, Mikrolithen von Augit, dunkle Körnchen (wohl Magneteisen), sehr kleine Dampfporen und Glaseinschlüsse. Die Leucitbasalte des böhmischen Mittelgebirges vom linken Elbeufer sind sehr eingehend durch **Boricky** untersucht worden. Besonders schöne Leucite birgt der Basalt von Paskopola. Dieselben sind oft von einem doppelten Kranze dunkler Augit-Mikrolithen begrenzt; aus der Grundmasse pflegen lange Mikrolithe in die grösseren Leucite hineinzuragen. Augite mit deutlicher Schalenstructur enthalten zahlreiche Mikrolithen, Magneteisen, Glasporen und wie es scheint auch winzige Leucite. — Hauyn, welcher bekanntlich als accessorischer Gemengtheil in der Lava von Niedermendig vorkommt, ist aber auch als mikroskopischer Gemengtheil in vielen Laven am Laacher See vorhanden.

Mandelsteine der Basaltgesteine. Die verschiedenen Basaltgesteine, zumal die Feldspathbasalte, werden von Mandelsteinen begleitet, welche gewöhnlich in

einem vorgerückten Stadium der Zersetzung begriffen und deren Blasenräume mit Krystallen verschiedener Mineralien ausgekleidet sind, unter welchen besonders Zeolithe die vorwaltenden. Apophyllit, ausgezeichnete Krystalle auf den Faroer, Berufjord auf Island, bei Talisker auf der Insel Skye; am Lützelberg bei Sasbach im Kaiserstuhl; Schreckenstein in Böhmen; Castel Gomberto bei Vicenza, in sehr schönen Krystallen: Poonah in Ostindien. Stilbit (Heulandit): Berufjord auf Island, Faroer, Kilbatrik bei Dumbarton; Insel Skye; Lomnitz, Schima in Böhmen. Desmin: Island, Faroer, Inseln Skye, Staffa; Antrim in Irland, Oberkamnitz, Böhmen. Chabacit: Island, Faroer, Disko-Insel, Grönland, am Riesendamm; grosse Krystalle bei Rübendorfel unfern Aussig, Oberkamnitz in Böhmen; Linz, Unkel am Rhein. Natrolith: Island, Faroer, Insel Skye; Alpstein bei Sontra, Böhmisch-Leipa, Mendeberg bei Linz, Puy de Marman, Auvergne, Montecchio Maggiore bei Vicenza. Harmotom: Dumbarton, Schottland; blaue Kuppe bei Eschwege; Schiffenberg bei Giessen. Philippsit: am Riesendamm; Stempel bei Marburg, Annerode bei Giessen, Lützelberg bei Sasbach im Kaiserstuhl, Mendeberg bei Linz u. a. O. Faujasit: kleine Octaeder am Lützelberg im Kaiserstuhl, bei Annerode unfern Giessen. Analcim: Island, Faroer, Disko-Insel, Grönland, Dumbarton, Schottland; sehr schön bei Talisker auf Skye; Castel Gomberto bei Vicenza; sehr ausgezeichnet auf den Cyclopen-Inseln in dem sog. Analcimit; Poonah, Ostindien. — Von anderen Mineralien sind noch zu nennen Kalkspath und Aragonit; letzterer zumal bei Schima u. a. O. in Böhmen, Puy de la Vache in Auvergne. — Von besonderem Interesse sind die Beobachtungen von **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** über Vorkommen und Bildung der Zeolithe in den Mandelsteinen der basaltischen (und anderen) Laven auf den canarischen Inseln. Die Krystallisationskraft der Umwandelungs- und Infiltrations-Producte hebt zuweilen einzelne ursprüngliche Mineralien der Laven in die Höhe, die auf Klüften oder Wandungen der Hohlräume aufsassen, so dass diese älteren Mineralien über den neugebildeten Zeolithen aufgewachsen scheinen. Die Zeolith-Bildung auf den Canaren ist in den wasserreichen Kesselthälern und an den feuchten Ost- und N. O.-Seiten viel weiter fortgeschritten, als an den dürren Gehängen. **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** führen als sehr häufige Zeolithe an: Natrolith an der Caldera Palmas, bei Agaete auf Canaria u. a. O. Chabacit im Tenogebirge, auf Aragonit; auf Gomera, Lanzerote. Desmin, schöne Krystalle bei Agaete auf Canaria. Analcim, Ikositetraeder bis zu 10 Mm. Durchmesser besonders bei Agaete auf Canaria. — Auch in den Mandelsteinen der basaltischen Laven der Azoren finden sich Zeolithe. **W. Reiss** erwähnt Phillipsit und Faujasit von Sta. Maria.

Limburgit. Unter diesem Namen hat **Rosenbusch** ein Gestein von der Limburg im Kaiserstuhl-Gebirge beschrieben. Dasselbe besteht aus einer amorphen Grundmasse mit eingelagertem Augit, Hyalosiderit und Magneteisen. Die in der tiefbraunen bis schwarzen Grundmasse liegenden Augit-Krystalle sind tafelartig durch das vorwaltende Orthopinakoid (wie gewöhnlich die Kaiserstuhler Augite). Der Hyalosiderit stets in Krystallen, von gelbgrüner bis nahe zu goldgelber Farbe. Das Gestein zeigt eine mandelsteinartige Structur; die Hohlräume meist mit Bitterkalk oder Zeolith ausgefüllt. Nach der Analyse von **Rosenbusch** besteht der Limburgit aus: 42,783 Kieselsäure, 0,281 Titansäure, 8,661 Thonerde, 17,962 Eisenoxydul, 12,290 Kalkerde, 10,059 Magnesia, 0,954 Manganoxydul, 0,624 Kali, 2,305 Natron, 3,955 Wasser. S. = 99,874. Die mikroskopische Untersuchung des Limburgit bestätigt, wie **Rosenbusch** bemerkt, die der makroskopischen und chemischen. Es ist ein amorphes,

rothes Magma, in welchem zahlreiche Augite, Hyalosiderite und Magneteisen, so wie Mandeln liegen.

Basaltwacke. Durch die fortschreitende Verwitterung werden die Basaltgesteine in einen eigenthümlichen Zustand übergeführt, den man als Wacke bezeichnet; in eine dichte bis erdige Masse, welche weich und matt, einen glänzenden Strich hat, leichter ist wie Basalt. G. = 2,3 — 2,6. Beim Anhauchen Thongeruch. Gibt im Kolben Wasser. Die Basaltwacke enthält als accessorische Gemengtheile Blättchen von Biotit, Krystalle von Augit, Hornblende, Körnchen von Magneteisen.

Wackemandelstein umschliesst zahlreiche Blasenräume, die meist mit Mineralien ausgekleidet sind, besonders mit Zeolithen; unter diesen zumal Desmin und Stilbit. In den meisten grösseren Basaltgebieten finden sich Wacken und Wackemandelsteine als Begleiter der Basaltgesteine. Selbst basaltische Laven zeigen schon diesen wackenartigen Zustand, wie z. B. auf den canarischen Inseln.

4) Leucitophyre.

Krystallinisches Gemenge von Leucit, Augit und Magneteisen, in welchem auch öfter neben Leucit Nosean und Nephelin vorkommen. Die Structur der Grundmasse ist eine körnige bis feinkörnige oder fast dichte. In derselben liegen Krystalle von Leucit ausgeschieden zwischen Erbsen- bis Haselnussgrösse; ihnen gesellen sich manchmal Augit-Krystalle bei.

a) Nosean-Leucitophyr.

In der Umgebung des Laacher See finden sich hierhergehörige Gesteine theils anstehend am Schorenberg, theils in Blöcken im Tuff. Es lassen sich zwei Abänderungen unterscheiden.

Nosean-Leucitophyr von Rieden am Selberg. Feinkörnige Grundmasse, in welcher ausgeschiedene Krystalle von Leucit und Nosean überwiegen. Der Leucit in Krystallen bis zu 1 Linie im Durchmesser, bald glasglänzend, bald in eine weisse erdige Substanz umgewandelt. Der Nosean in Dodekaedern von schwärzlichgrauer Farbe. Augit in kleinen Krystallen und Körnern. Sanidin in Krystallen, die bis 1 Zoll Grösse erreichen. Biotit in Tafeln. Titanit in weingelben Körnern. — Die Grundmasse lässt sich unter der Lupe als ein höchst feines Gemenge der ausgeschiedenen Krystalle erkennen.

Nosean-Leucitophyr vom Schorenberg. Hier waltet die graugrüne Grundmasse sehr vor. In ihr liegen zahlreiche schwärzlichgraue Noseane und vereinzelte grössere Leucite neben vielen kleineren. Sanidin tritt sehr zurück.

Chemische Zus. 1) des Nosean-Leucitophyrs vom Selberg und 2) vom Schorenberg, nach **G. vom Rath.**

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	48,25	49,18	45,93	46,94
Thonerde	16,63	20,65	18,72	21,35
Eisenoxyd	—	—	—	7,27
Eisenoxydul	6,53	5,97	10,68	4,96
Magnesia	1,23	0,29	5,67	3,78
Latus	72,64	76,09	81,00	84,30

	1.	2.	3.	4.
Transport	72,64	76,09	81,00	84,30
Kalkerde	7,82	2,43	10,57	9,69
Kali	6,52	6,88	6,83	5,57
Natron	9,24	9,72	1,68	1,62
Wasser	1,94	1,60	Verl. 0,59	—
	101,38	98,60	100,67	100,19

Anm 1 enthielt noch 1,68 Schwefelsäure, 1,10 Kohlensäure und 0,26 Chlor; 2 aber 1,60 Schwefelsäure und 0,28 Chlor.

Verbreitung. Ausser in den Umgebungen des Laacher See findet sich Leucitophyr nur noch am Eichberg bei Rothweil im Kaiserstuhl. Derselbe besteht nach der mikroskopischen Untersuchung von **Zirkel** aus Leucit, Nosean, Nephelin, Augit, Sanidin und Granat. Von diesen Gemengtheilen sind aber als makroskopische nur Leucit zu nennen, dessen Krystalle, von Senfkorn- bis Erbsengrösse ziemlich reichlich in der verwitterten grünlichgrauen Grundmasse liegen und mehr oder weniger in Analcim umgewandelt sind; ferner Melanit in der Comb. $\infty O . {}_2O_2$.

b) Leucitophyrlava (Leucitlava).

Feinkörniges Gemenge von Leucit, Augit und Magneteisen von grauer Farbe, in welchem Leucit-Krystalle liegen; seltener Augite.

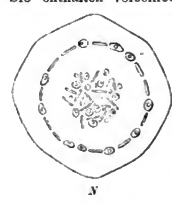
Die Leucite, bekanntlich nur ${}_2O_2$ zeigend, von Erbsen- bis über Haselnussgrösse, sogar 9 Cm. im Durchmesser erreichend, meist von rauhen Flächen, zuweilen kleine Augit-Säulchen, auch Laven-Theilchen, seltener Hauyn-Körnchen einschliessend.

Chem. Zus. 3) der Leucitophyrlava von Capo di Bove, nach **Bunsen;** 4) der Vesuv-Lava von 1868, nach **C. Fuchs** (oben). Von hohem Interesse sind die zahlreichen Analysen der vesuvischen Laven, welche **C. Fuchs** ausgeführt hat. Er untersuchte Laven der verschiedensten Eruptions-Perioden bis auf die neueste Zeit und gelangte hierdurch zu sehr wichtigen Resultaten. Leucit, Augit und Magneteisen sind die wesentlichsten Bestandtheile der vesuvischen Laven; mehr untergeordnet treten auf: Olivin, Biotit, Hornblende, Nephelin, Sodalith, Melanit, Sanidin, Plagioklas, Apatit und Hauyn. Mit dieser complicirten mineralogischen Zusammensetzung bildet einen auffallenden Gegensatz die Einförmigkeit in der chemischen Constitution, welche so ziemlich die nämliche ist in den Ergüssen der älteren wie in denen der neueren Perioden. Ausser den mineralogischen Gemengtheilen kommt in den meisten vesuvischen Laven noch amorphe Glasmasse vor, gewöhnlich reichlich an der äusseren Oberfläche der Ströme.

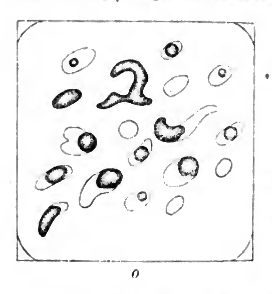
Mikroskopische Untersuchung sowohl der Leucitophyre des Laacher Sees als der Leucitlaven des Vesuv hat **Zirkel,** von letzteren auch **Fuchs,** angestellt. Es ist für die ersteren bezeichnend, dass in ihnen der Nephelin reichlich vorhanden, jedoch meist als mikroskopischer Bestandtheil. Die Leucite im Nosean-Leucitophyr vom Schorenberg enthalten in Menge feine Nadeln von Augit, welche an den Rändern gewöhnlich den Leucit-Umrissen parallel liegen, aber im Innern regellos vertheilt (Fig. *M*). Ausser den Augit-Mikrolithen erscheinen in den Leuciten des Schorenberg Tafeln von Nephelin, Noseane, Magneteisen-Körner, Glaspartikel und Melanite. Also sieben mikroskopische Körper, die schon gebildet

M

gewesen sein müssen, bevor die Krystallisation des Leucit beendet war. — Der Leucitophyr vom Eichberg bei Rothweil, von dessen mikroskopischer Zusammensetzung bereits die Rede war, enthält mikroskopischen Melanit reichlicher, als man erwarten sollte; es schliesst der Melanit Kryställchen von Augit ein, wie seinerseits der Augit wieder Melanite birgt; es deutet, wie **Zirkel** hervorhebt, dies gegenseitige Umschliessen beider Mineralien auf eine gleichzeitige Bildung beider. — Unter den vesuvischen Laven wurden besonders die von 1858 und 1822 untersucht. Die Basis derselben ist ein ausgezeichnetes Glas, in dem viele nadelförmige Kryställchen. Von der Glasmasse scharf geschieden erscheinen die Leucite; wie in so vielen Leucitophyren in ihren Dimensionen nicht über eine gewisse Kleinheit hinabsinkend. Sie enthalten verschiedene Einschlüsse; eiförmige oder rundliche Glaspartikel mit Bläschen; Dampfporen, Schlackentheilchen, besonders aber Mikrolithen von Augit. Nicht selten sind die Augit-Nadeln mit ihren Längsaxen parallel den Leucit-Rändern nebst abwechselnden Glaspartikeln gruppirt oder wieder mehr im Centrum der Leucite (Fig. N). Die Augit-Krystalle schliessen Leucite ein — ein Beweis, dass keine strenge Reihenfolge in der Ausscheidung der Gemengtheile stattfand. Neben triklinen Feldspathen stellen sich in vielen vesuvischen Laven noch Sanidine ein, häufiger kleine Prismen von Nephelin. Da vier Gemengtheile der vesuvischen Laven: Leucit, Augit, Nephelin und trikliner Feldspath mit Bläschen versehene Einschlüsse enthalten, so kann an einer Ausscheidung jener Krystalle aus dem ehemaligen Lavafluss, dessen Residuum die Glasbasis bildet, nicht gezweifelt werden. — Unter den Leucitlaven des Albaner Gebirges sind besonders die von Capo di Bove merkwürdig (Nephelin-Leucitophyr). Ihre Leucite enthalten nämlich Einschlüsse von einer Flüssigkeit, welche durch das sich in ihr bewegende Bläschen charakterisirt ist. Es zeigt also der Leucit der Laven solche Wasserporen, wie sie der Quarz birgt. So enthält ein $^1/_3$ Zoll grosser wasserklarer Leucit neben Glas-Einschlüssen verschieden gruppirte Wasserporen bis zu 0,015 Mm. lang, gänzlich oder theilweise erfüllt (Fig. O). Es erscheint aber die Flüssigkeit nicht allein als Inhalt einer selbstständigen Höhlung, sondern auch in directer Verbindung mit Glaseinschlüssen. Auch die neuesten vesuvischen Laven sind bereits mikroskopisch untersucht worden; so die Lava vom Sept. 1871 durch **A. v. Inostranzeff.** Dieselbe besteht aus einer braunlichen Grundmasse und aus Leucit, Augit, Magneteisen, Plagioklas und Sanidin. Die Leucite enthalten Glaspartikel und Mikrolithen. Die Lava vom März 1872 ist schlackig, glasartig, makroskopischer Leucit nur wenig zu beobachten. Sie besteht aus braunlicher Grundmasse, aus Leucit, Augit, Magneteisen, Plagioklas. Die Lava vom letzten Ausbruch des Vesuv, April 1872, ist basaltartig, lässt mit freiem Auge viel Leucit, Augit, Olivin und etwas Biotit erkennen. Unter dem Mikroskop erscheint diese Lava als bestehend aus einer mit Mikrolithen erfüllten Glasmasse und aus Leucit, Augit und Olivin. Der Leucit enthält reichlich Glaseinschlüsse. — Auch



N



O

A. v. Lasaulx hat die neueste Lava des Vesuv mikroskopisch untersucht. Es besteht dieselbe aus einer Grundmasse und aus Leucit, Augit, Olivin, Magneteisen, Nephelin, Feldspath, Apatit und Granat. Im Leucit sind vorherrschend Einschlüsse von Glasmasse mit Bläschen, seltener sind Mikrolithen. An einigen Leuciten lässt sich das Eindringen der Grundmasse in dieselbe wahrnehmen.

Verbreitung der Leucitophyr-Laven in Italien: am erloschenen Vulkan von Roccamonfina, hier die grössten Leucite; im Albaner Gebirge; in den Umgebungen des Vesuv. Gewisse Laven-Ergüsse des Vesuv waren arm an makroskopischem Leucit, besonders im XVII. und XVIII. Jahrhundert, 1667 und 1771 ausgenommen; reich an Leucit sind die Laven von 1822, 1828 und 1832.

5) Hauynophyr (Hauynlava.)

Feinkörnige bis dichte Masse von grauer oder graulichschwarzer Farbe, als deren vorwaltende Gemengtheile Krystalle oder Körner von Augit und Dodekaeder von Hauyn erkennbar, welche bald von blauer Farbe, glasglänzend, bald weiss, erdig und matt sind. Seltener und mehr untergeordnet findet sich Leucit.

Chem. Zus. des Hauynophyr vom Vultur nach **Rammelsberg:** 42,46 Kieselsäure, 18,94 Thonerde, 3,64 Magnesia, 8,70 Kalkerde, 4,58 Kali, 7,12 Natron, 6,31 Eisenoxydul, 3,35 Eisenoxyd, 2,44 Schwefelsäure, 0,52 Chlor, 2,31 Glühverlust. S. = 99,82.

Mikroskop. Untersuchung des Hauynophyr ist ebenfalls **Zirkel** zu verdanken und von hohem Interesse. Nach **Zirkel** wäre das Gestein eigentlich als ein an Hauyn reicher Nephelinleucitophyr zu bezeichnen. Die Gemengtheile sind: Hauyn, dessen Substanz entweder farblos oder blau; rothe Farbe wird durch feine Lamellen von Eisenoxyd bedingt, ebenso braune. Dampfporen und Glaseinschlüsse sind in grosser Menge im Hauyn vorhanden. Leucit in wasserklaren Individuen, reich an Flüssigkeits-Einschlüssen. Nephelin in farblosen Rechtecken. Augit, Krystalldurchschnitte von grüner oder gelber Farbe, ebenfalls mit Glaseinschlüssen und Dampfporen. Ferner Melilith, Magneteisen und Nadeln von Apatit.

Fundort: am Vultur bei Melfi.

Hauyntephrit. Unter dem Namen Tephrit hat **K. v. Fritsch** gewisse Gesteine aufgeführt, welche durch Verwitterung eine aschgraue Farbe annehmen. Zu ihnen gehört ein Theil der Laven, welche **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** in ihrem schönen Werke über Tenerife beschreiben. Charakteristischer Gemengtheil ist Hauyn, bald in grösseren, eingesprengten Krystallen, bald nur in mikroskopischen Pünktchen erkennbar. Augit und Hornblende kommen in wechselndem Verhältniss vor, Plagioklas und Magneteisen. Als accessorischer Gemengtheil erscheint Titanit. An Hauyn reiche Tephrite finden sich zumal an der Punta del Sombrero auf Canaria.

6) Tachylyt.

(Der Name bezieht sich auf die leichte Auflöslichkeit in Säure.)

Amorphe, glasartige Masse, in knollen- und plattenförmigen Partien. H. = 6,5. G. = 2,5. Muscheliger Bruch. Schwarz, ins Braunlich- oder Grünlichschwarze. Zwischen Fett- und Glasglanz. V. d. L. leicht schmelzbar. Wird von Salzsäure vollkommen zersetzt.

Chem. Zus. des Tachylyt von Bobenhausen, nach **Gmelin:** 50,22 Kieselsäure, 17,84 Thonerde, 10,27 Eisenoxydul, 0,40 Manganoxydul, 3,37 Magnesia, 8,25 Kalkerde, 3,87 Kali, 5,18 Natron, 0,50 Wasser. S. = 99,90.

Fundorte: Der Tachylyt bildet Nester oder Knollen in Basalt oder auch plattenförmige Partien; Säsebühl bei Dransfeld unweit Göttingen; Bobenhausen und Alsfeld im Vogelsgebirge; am Monte Glosso in den Euganeen.

Die Tachylyte sind als glasartig erstarrte Basaltmagmen zu betrachten, als die Obsidiane der Basaltgesteine. **Zirkel** bemerkt bereits in seiner Petrographie: „Die Basalte sind im Stande unter gewissen Abkühlungs-Verhältnissen in einen glasartigen Zustand überzugehen und einen basaltischen Obsidian zu bilden. An den Basalt-Gängen von Island kann man sehr häufig die Beobachtung machen, dass an den Sahlbändern sich eine Zone eines schwarzen, glasähnlichen Gesteines zeigt, welches allmählig nach Innen zu in die krystallinisch-körnige oder scheinbar homogene steinartige Basaltmasse übergeht. Es bieten sich hier dieselben Verhältnisse dar wie bei trachytischen Lavenströmen, wo die Ober- und Unterfläche des Stromes im Obsidian-Zustande ausgebildet ist."

Mikroskopische Untersuchungen verschiedener Tachylyte sind von **Fischer, Zirkel, Möhl** und **Rosenbusch** ausgeführt worden. Der Tachylyt von Bobenhausen (der sog. Hyalomelan) zeigt in glasiger Masse dunkle, verästelte oder sternförmig gruppirte Körper und eigenthümliche Streifen. **Rosenbusch** fand, die früheren Beobachtungen **Fischer's** bestätigend, einen polarisirenden Bestandtheil, den er als Olivin erkannte; ferner Plagioklas-Leisten, Augit-Mikrolithen. Im Tachylyt von Dransfeld sah **Rosenbusch** Augit-Mikrolithe, Magneteisen und sehr eigenthümliche, zum Theil büschelförmige Mikrolithen-Concretionen. **Sandberger,** welcher ebenfalls Dünnschliffe des Tachylyt von Dransfeld untersuchte, beobachtete eine ausgezeichnete Fluidalstructur, ferner sechsstrahlige Sterne braune Bänder bildend, welche mit sternleeren Zonen wechseln, die wasserhelle, nicht trikline Feldspathe mitten in der die Fluidalstructur zeigenden Glasmasse enthalten. — Dass die Basaltgesteine auch ihre Perlite haben, bezeugt der aus zwiebelähnlichen Glaskügelchen bestehende Tachylyt vom Monte Glosso bei Bassano.

Unter dem Namen Tachylyt werden noch andere Gesteine aufgeführt, die sich von den eigentlichen Tachylyten, so sehr sie auch solchen gleichen, doch wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie in Salzsäure nicht löslich sind und daher den Namen Tachylyt nicht verdienen.

Hydrotachylyt nannte **Th. Petersen** ein von ihm und **R. Senfter** untersuchtes amorphes Silicat. Es findet sich nesterweise in Basalt. H. = 3,5. G. = 2,13. Muscheliger Bruch. Bouteillengrün ins Schwarze. Fettglanz. Chem. Zus. nach **Petersen:** 47,02 Kieselsäure, 1,21 Titansäure, 18,94 Thonerde, 3,56 Eisenoxyd, 3,16 Eisenoxydul, 0,23 Manganoxydul, 3,88 Magnesia, 1,80 Kalkerde, 4,06 Kali, 2,49 Natron, 13,39 Wasser. S. = 99,74. Fundort: Rossdorf bei Darmstadt.

Trümmer-Gesteine.

Unter Trümmer-Gesteinen versteht man, wie bereits oben (S. 9) bemerkt wurde, solche, die aus Fragmenten früher vorhandener Gesteine zusammengesetzt. Dieselben werden auch als klastische Gesteine (von κλαστος, zerbrochen) aufgeführt.

Die Trümmer-Gesteine zerfallen in zwei Abtheilungen, nämlich: A) Cämentirte, durch ein Bindemittel zusammengehaltene und B) Lose Trümmer-Gesteine.

A) Cämentirte Trümmer-Gesteine.

Nach ihrer Structur lassen sich dieselben unterscheiden als: 1) Conglomerate und Breccien. Bruchstücke der verschiedensten Gesteine werden durch irgend ein Bindemittel zusammengehalten. Es walten meist die Gesteins-Fragmente vor und bedingen so die eigentliche Trümmer-Gestein-Structur. 2) Tuffe; das gewöhnlich vorwaltende Cäment umschliesst vereinzelte Gesteins-Trümmer und Krystalle oder krystallinische Individuen verschiedener Mineralien. 3) Sandsteine; Körner von Quarz durch irgend ein Cäment verbunden.

1) Conglomerate und Breccien.

Conglomerate nennt man solche Trümmer-Gesteine, in welchen die Gesteins-Fragmente abgerundet, Breccien, wenn sie scharfkantig, eckig. Da aber oft abgerundete und scharfkantige Fragmente zusammen im nämlichen Cäment liegen, so lässt sich der Unterschied zwischen Conglomerat und Breccie nicht immer durchführen. Benannt werden dieselben nach den Gesteins-Trümmern; aber auch die Benennung stösst oft auf Schwierigkeiten, indem gar nicht selten Fragmente verschiedener Gesteine beisammen liegen, in welchem Falle man nach den vorwaltenden benennt.

a) Conglomerate und Breccien der einfachen Gesteine.

Kalkstein-Conglomerat. Gerölle von Kalkstein durch ein kalkiges, dolomitisches, zuweilen auch sandsteinartiges Cäment verkittet. Die einzelnen Gerölle von verschiedenen Farben und Dimensionen, zuweilen bis einen Fuss im Durchmesser erreichend. Kalkstein-Conglomerate finden sich besonders in der Schweiz (sog. Nagelflue); ferner bei Badenweiler, Niederweiler aus Muschelkalk- und Jurakalk-Geröllen gebildet; Gegend von Heidelberg, das sog. Diluvial-Conglomerat.

Dolomit-Conglomerat und Breccie. Abgerundete und eckige Fragmente von Dolomit durch ein kalkiges oder dolomitisches Cäment verbunden. Eisenach u. a. O. in Thüringen.

Quarzit-Conglomerat und Breccie, mit quarzigem oder thonigem Bindemittel. Sehr ausgezeichnet am Harz, das sog. Hornquarz-Conglomerat; in den Ardennen, in Böhmen.

Feuerstein-Conglomerat. Feuerstein-Gerölle bis zu Faustgrösse durch ein hartes kieseliges Cäment zusammengehalten. Hereford in England, der sog. „Puddingstein.“

Tapanhoacanga (Canga.) Abgerundete Fragmente von Eisenglanz, Brauneisenerz, Magneteisen durch ein eisenschüssiges Bindemittel zusammengehalten, welches meist Eisenoxydhydrat, seltener Eisenoxyd. Den Fragmenten der Eisenerze gesellen sich Brocken von Eisenglimmerschiefer, Itakolumit, Hornblendeschiefer und Quarzit

bei. Auch findet sich in diesem Trümmergestein zuweilen Gold, ferner Amethyst, Chrysolith, Topas, Diamant; es bildet in der Provinz Minas Geraes in Brasilien förmliche Decken bis zu 12 F. Stärke, sowohl auf der Oberfläche der Gebirge als in den Thälern.

b) Conglomerate und Breccien der gemengten Gesteine.

Gneiss-Conglomerat. Rundliche oder platte Gerölle von Gneiss durch ein thoniges oder kieseliges Cäment, oder auch durch einen feinen Gneissschutt verbunden. Derartige Trümmer-Gesteine, in welchen die einzelnen Gerölle bis zu 3 Fuss im Durchmesser erreichen, finden sich nach **Naumann** in der Kohlenmulde von Flöha in Sachsen; nach **Sandberger** bei Oppenau, wo sie in ansehnlicher Mächtigkeit auftreten; bei Landshut in Schlesien.

Granit-Conglomerat. In einem thonigen Cäment oder einem feinen Granitschutt liegen kleinere oder grössere Gerölle von Granit. Glatz in Schlesien; Chemnitz in Sachsen; bei Seelach unfern Baden im Schwarzwald. Hier finden sich in den (zur Steinkohlen-Formation gehörigen) Ablagerungen bis zu 3 Zoll grosse Gerölle eines harten Granits, wie er nach **Sandberger** anstehend in der ganzen Gegend nicht getroffen wird. Granit-Conglomerat, vorwaltend aus Granit-Fragmenten bestehend, denen sich einzelne von Porphyr und Dolomit beigesellen: im Heidelberger Schlossgraben.

Porphyr-Breccie. Scharfkantige Brocken von Quarzporphyr werden durch einen porphyritischen Teig oder durch Porphyrschutt verkittet. Die Porphyr-Fragmente gehören bald nur einer Abänderung an, bald verschiedenen. Besonders ausgezeichnet treten Porphyr-Breccien (dem Rothliegenden zugehörig) in den Umgebungen von Baden, am Fremersberg, Vormberg u. a. O. auf. Scharfeckige Brocken von Quarzporphyr, von einem schieferigen Porphyr, einem dritten Porphyr so wie von Granit werden durch Quarzsubstanz verkittet. Andere Porphyr-Breccien bei Baden, am Pfalzenberg, zeigen als Hauptbestandtheil eckige, erbsen- bis kopfgrosse Fragmente eines violetten Quarzporphyrs, theils durch violetten Thonstein, theils durch Quarz verkittet.

Porphyr-Conglomerat. Abgerundete Brocken von Quarz- oder Felsitporphyr werden durch Felsitmasse, durch ein kieseliges oder thoniges Cäment verbunden. Den Porphyr-Geröllen gesellen sich nicht selten solche von Granit bei. Sowohl im südlichen Odenwald, bei Dossenheim, Schriesheim als auch in den Umgebungen von Baden finden sich derartige, zum Rothliegenden gehörige Conglomerate. Ferner bei Chemnitz, Rochlitz u. a. O. in Sachsen, in der Gegend von Eisenach.

Diabas-Conglomerat und Breccie. Abgerundete und scharfkantige Fragmente von Diabas verkittet durch eine feinkörnige bis dichte Diabasmasse oder Diabasschutt; die Diabas-Brocken oft verschiedenen Abänderungen angehörend. Wernigerode, Blankenburg u. a. O. im Harz; Gegend von Hof; Fichtelgebirge, im sächsischen Voigtland.

Trachyt-Conglomerat und Breccie. Abgerundete wie eckige Fragmente von Trachyt sind durch Trachytmasse oder durch feinen trachytischen Schutt verbunden. Siebengebirge, Euganeen, Ungarn, Auvergne.

Phonolith-Conglomerat. Bruchstücke des Phonolith entweder durch phonolithischen Schutt oder durch ein thoniges Cäment verbunden. Den Phonolith-Brocken gesellen sich zuweilen noch Trümmer anderer Gesteine bei. Rhön, Böhmen, Höhgau.

Basalt-Conglomerat. Kleinere und grössere, abgerundete Fragmente von Basalt bald durch einen basaltischen Schutt, bald durch ein thoniges Cäment, seltener durch krystallinische, basaltische Masse verbunden. Ausser Basalt kommen Bruchstücke der verschiedensten anderen Gesteine vor. Das Bindemittel braust zuweilen mit Säuren, ist auch von Kalkspath-Streifen durchzogen. Vogelsgebirge, Habichtswald, Böhmen.

2) **Tuffe.**

Unter **Tuffen** sind jene Trümmer-Gesteine zu verstehen, deren **meist vorwaltendes Bindemittel** aus, **bis aufs Feinste zerriebenem**, im **Verlauf der Zeit mehr oder weniger umgewandelten Gesteins-Schutt** besteht. Es ist für die Tuffe — namentlich für jene, welche als Begleiter vulkanischer Gesteine auftreten — in hohem Grade bezeichnend, dass in ihnen ungleich häufiger und schöner als in den Felsarten, aus deren Zerstörung sie hervorgegangen, **vollständig ausgebildete Krystalle der verschiedensten Mineralien** vorkommen.

So z. B. die Augite in den Tuffen von Nicolosi, die Augite und Hornblende in Tuffen des böhmischen Mittelgebirges.

Porphyrtuff (**Felsittuff.** Thonstein.) Feinerdige bis dichte Masse. Farbe gelblich, weiss, grau, grün, blau, geadert, gefleckt. Enthält nicht selten Krystalle oder Krystall-Fragmente von Orthoklas, Quarz, Blättchen von Glimmer, aber auch Fragmente von Porphyr oder Granit. In den Porphyrtuffen von Chemnitz kommt in linsenförmigen, flachen Partien, so wie in Pseudomorphosen nach Orthoklas ein Mineral vor, welches **Knop** Pinitoid genannt hat, das aus der Umwandelung des Orthoklas hervorgegangen.

Chemische Zus. des Porphyrtuffes von Chemnitz, nach **Knop:** 79,73 Kieselsäure, 11,34 Thonerde, 0,99 Eisenoxydul, 0,27 Magnesia, 3,81 Kali, 0,17 Natron, 2,12 Wasser. S. = 98,43. Es entspricht diese Zusammensetzung jener der Quarzporphyre. Verbreitung: Gegend von Chemnitz, Rochlitz u. a. O. in Sachsen.

Diabastuff (**Grünsteintuff.**) Erdige bis dichte Masse von graulichgrüner Farbe aus einem feinen Diabas-Schutt bestehend, oft einem krystallinischen Gestein gleichend. Braust meist mit Säure. Im sächsischen Voigtland, Franken.

Schalstein (**Blattersteinschiefer.**) In einer braunen, braunlichgrauen, gelblichgrauen oder grünen, oft gefleckten Masse liegen Bruchstücke von Schiefer, krystallinische Individuen oder Krystalle eines Plagioklas (Oligoklas oder Labradorit), Körner von Kalkspath. Die Masse ist stets mit kohlensaurem Kalk imprägnirt. **Sandberger** unterscheidet folgende Abänderungen: 1) Kalkschalstein. 2) Schalstein aus netzförmig von Kalkspath umschlossenen Partien der Grundmasse gebildet. 3) Schalstein-Mandelstein. 4) Normaler Schalstein 5) Porphyrartiger Schalstein mit Krystallen von Labradorit. 6) Schalstein-Conglomerat. Accessorische Gemengtheile: zumal Eisenkies, in rundlichen, an der Oberfläche in Brauneisenerz umgewandelten Krystall-Gruppen: Dillenburg. — Chem. Zus. des Schalsteins von Villmar in Nassau, nach **Eglinger:** 44,37 Kieselsäure, 19,26 Thonerde, 8,35 Eisenoxyd, 0,72 Eisenoxydul, 1,10 Magnesia, 0,92 Kalkerde, 5,96 Kali, 2,78 Natron, 0,04 Manganoxydoxydul, 10,82 kohlens. Kalkerde, 0,36 kohlens. Magnesia, 0,20 kohlens. Eisenoxydul,

0,16 kohlens. Manganoxydul, 0,92 Phosphorsäure, 3,31 Wasser. S. = 99,27. Verbreitung: besonders in Nassau, im Zusammenhang mit Diabasen im Lahnthal von Wetzlar bis unterhalb Diez, im Dillthale; in Westphalen, am Harz.

Trachyttuff. Erdige, lockere oder dichte, bis auf das Feinste zerriebene, oft in grossem Zustand der Zersetzung begriffene trachytische Masse von lichter, gelblicher, graulichweisser oder grauer Farbe. Nicht selten finden sich Krystalle oder Krystall-Fragmente von Sanidin, von Hornblende, Titanit, Blättchen von Biotit, Kryställchen oder Körnchen von Magneteisen. Ausserdem aber Fragmente von mehr oder weniger zersetztem Trachyt. Ferner treten in den Trachyttuffen öfter in Trümmern oder auf Nestern verschiedene Abänderungen des Opal auf; der edle Opal bei Czerwenitza in Ungarn; gemeiner und Halbopal im Siebengebirge, in Ungarn, in den Euganeen, im Cantal. Die chemische Zusammensetzung der Trachyttuffe entspricht jener der Trachyte, mit einem etwas geringeren Gehalt an Kieselsäure und Natron und einem grösseren von Wasser. Verbreitung: im Siebengebirge, besonders zwischen Drachenfels, Wolkenburg, Petersberg; trachytische Tuffe (**Gümbel** bezeichnet sie als Rhyolith- und Liparittuffe) finden sich im Rieskessel in Bayern; in Ungarn bei Schemnitz u. a.; in den Euganeen; am Mont-Dore und im Cantal.

Bimsteintuff. Erdige oder dichte, gelbliche oder grauliche Masse aus zerriebenen Bimstein-Theilchen bestehend. In derselben liegen zuweilen Brocken von Bimstein, Trachyt, Körnchen von Sanidin und Magneteisen, Schuppen von Biotit. Sehr verbreitet am Laacher See, besonders bei Neuwied, in Ungarn bei Schemnitz, Neusohl; am Mont-Dore. Pausilipp-Tuff heisst der Bimsteintuff, welcher in den Umgebungen von Neapel sehr verbreitet, in welchem die Grotte von Pausilippo sich befindet.

Trass. (Name von dem holländischen Wort Tyrass, d. h. Kitt. Duckstein, im Brohlthal auch Tuffstein genannt.) Graulichweisse oder gelbliche bis graue, bald erdige, bald dichte Masse. Enthält von krystallinischen Einsprenglingen: Sanidin, Hornblende, Augit, Biotit, Hauyn, Magneteisen, Titanit; von Gesteins-Fragmenten Bimstein, Thonschiefer, Grauwacke und Lava. Chemische Zusammens. des Trass von Plaidt, nach **Hilt:** 53,07 Kieselsäure, 18,28 Thonerde, 3,43 Eisenoxydul, 0,58 Manganoxydul, 1,31 Magnesia, 1,24 Kalkerde, 4,17 Kali, 3,73 Natron, 12,78 Wasser. S. = 98,59. Sehr verbreitet in den Umgebungen des Laacher See, im Brohlthal, Tönnisteiner Thal, bei Plaidt, Kruft.

Alaunstein (Alaunfels.) Erdige, dichte oder feinkörnige Masse von gelblicher, weisslicher oder röthlicher Farbe. Bald weich, bald hart, öfter von Poren erfüllt. In solchen Poren und auf Klüften stellen sich kleine, undeutliche Krystalle von Alunit ein, auch Quarz-Krystalle. Die harten Abänderungen sind oft ganz mit Quarz-Substanz imprägnirt, welche ausserdem, als Hornstein oder Chalcedon in Streifen durch die Gesteinsmasse zieht. Der Alaunstein — welcher als ein mit Alunit gemengter trachytischer Tuff zu betrachten — findet sich in den Trachytgebieten von Ungarn bei Bereghszasz, Musai u. a. O.; am Mont-Dore; bei Tolfa unweit Civita Vecchia; auf der Insel Milo.

Phonolithtuff. Erdige, weiche, aber auch harte, aschgraue bis braunlichgraue Masse aus einem zerriebenen Phonolith hervorgegangen, zuweilen mit Säuren aufbrausend. Enthält Krystalle oder krystallinische Individuen von Sanidin, Hornblende, Biotit, Olivin, Magneteisen und Titanit; Fragmente von Phonolith und manchmal (wie im Höhgau) der verschiedensten Gesteine. Im böhmischen Mittelgebirge, in der Rhön, im Höhgau.

Basalttuff. Erdige, feinkörnige oder dichte, meist sehr zersetzte Masse. Das Cäment von Wacke-artigem Aussehen, oft stark mit Säure brausend. Der Basalttuff umschliesst Krystalle oder krystallinische Individuen von Olivin, Hornblende, Augit, Biotit und Magneteisen; Brocken zersetzten Basaltes und anderer Gesteine. Vogelsgebirge, Habichtswald, Rhön, Böhmen.

Peperin. Feinerdige, zerreibliche, graue bis gelblichgraue Masse, welche oft ausgezeichnete Krystalle von Leucit, Augit, Tafeln von Biotit, Körner von Magneteisen enthält, auch Gemenge dieser Mineralien, zu denen sich noch Olivin, Hauyn, schwarzer Spinell gesellen; ferner Fragmente von weissem Dolomit, von Kalk, Leucitophyr. Verbreitung: Albaner Gebirge bei Rom.

Palagonittuff. (Name nach dem Fundort Palagonia in Sicilien.) Ein basaltischer Tuff, in welchem das Mineral Palagonit bald in Körnern und Brocken mehr untergeordnet, bald vorwaltend als Cäment der verschiedensten Gesteins-Fragmente auftritt. Der Palagonit ist amorph. H. = 4 — 5. G. = 2,5. Muscheliger Bruch. Braun ins Gelblichbraune oder Schwärzlichgraue. Fett- bis Glasglanz. Schmilzt leicht v. d. L. und wird von Salzsäure zersetzt. Chem. Zus. = wasserhaltiges Silicat von Thonerde, Eisenoxyd, Kalkerde, Magnesia, Kali und Natron. Im Palagonittuff finden sich Krystalle und Krystall-Fragmente von Augit, Olivin; Brocken von Basalt und Mandelstein. Mikroskopische Untersuchungen verschiedener Palagonite sind **Fischer** und **Rosenbusch** zu verdanken. Die typischen Palagonite — so bemerkt **Rosenbusch** — bestehen entweder ganz oder zum grossen Theil aus einem unverkennbaren vulkanischen Glas; wo diesen Mineral-Ausscheidungen eingemengt sind, sei es makroskopisch, sei es mikroskopisch, da sind sie an und für sich unbedeutend und gehören solchen Species an, wie sie sich auch in anderen pyroxenen Gesteinen finden, hier allerdings dem chemischen Bestande des Ganzen entsprechend, vorwiegend der basische Olivin. Als eine auffallende Thatsache hebt **Rosenbusch** den Mangel des Magneteisens in den von ihm untersuchten Palagoniten hervor. Verbreitung: in Sicilien, im Val di Noto; Beselicher Kopf bei Limburg in Nassau; Kleineichen; Vogelsgebirge; Kaulesberg, Habichtswald; le Puy en Velay; besonders aber auf Island (hier am Seljadalr unfern Reykjavik als Palagonitfels auftretend); Djampang Kulon auf Java; James Island; auf Neuseeland; auf den Cap Verden; auf den canarischen Inseln. Nach **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** fast homogene Palagonite am Risco de la Guadalupe auf Gomera, auf Hierro, auf der Halbinsel Jandia, zu Fuerteventura gehörig; die bedeutendste Palagonit-Masse der Canaren dürfte der grosse Caldereta-Kegel bei Santa Cruz de la Palma sein.

Leucittuff. Vorwaltend aus weissen, an Ecken und Kanten abgerundeten, verwitterten Leuciten bestehend, ferner noch Krystalle und Krystall-Fragmente von Augit, Sanidin, Biotit, Magneteisen; Brocken von Leucitophyren, Phonolithen, von Thonschiefer, Geschiebe von Quarz. In der Umgebung des Laacher See, zumal bei Rieden, Mayen.

3) Sandsteine.

Sandsteine werden alle Trümmergesteine genannt, welche aus Quarz-Körnern bestehen, die durch irgend ein Cäment verbunden sind; unterschieden und benannt nach dem Cäment.

Die Körner des Quarz zeigen manchmal noch Krystall-Flächen. Meist sind sie scharfeckig, seltener zugerundet. Nach ihrer Grösse —

die bis über den Durchmesser einer Erbse ansteigen und bis zu mikroskopischer Kleinheit herabsinken kann — unterscheidet man grob- und feinkörnige Sandsteine. Die Quarz-Körner sind farblos, wasserhell, weiss, grau. Gewöhnlich herrschen dieselben über das Bindemittel vor, oft so, dass letzteres kaum zu erkennen, die Quarz-Körner sich berühren.

Das Cäment der Sandsteine ist ein sehr verschiedenes; am häufigsten ein kieseliges, thoniges oder kalkiges, wonach man quarzige Sandsteine, thonige und kalkige Sandsteine unterscheidet.

Die verschiedenen Sandsteine, welche sich bei der Zusammensetzung der Erdrinde bedeutend betheiligen, sollen bei der Betrachtung der Sedimentär-Formationen, denen sie angehören, eine genauere Schilderung finden.

B) Lose Trümmer-Gesteine.

Blöcke. Bald scharfkantig, eckig, bald mehr oder weniger abgerundet, von einem Fuss Durchmesser bis zu mehreren Fussen. Sie finden sich theils vereinzelt, theils sehr zahlreich, oft wild und regellos übereinander gethürmt; sog. Felsenmeere.

Es werden Blöcke entweder da getroffen, wo sie entstanden, wo sie im Verlauf von anstehenden Gesteins-Körpern abgelöst wurden (z. B. Felsenmeer bei Auerbach); oder in grösserer Entfernung von dem Orte, wo sie entstanden, wohin sie durch verschiedene Ursache gelangten. (Wanderblöcke.)

Gerölle-Ablagerungen. Gesteins-Fragmente, welche zu Geschieben, Geröllen abgerundet, von der Grösse einer Nuss bis über Faust-Grösse, liegen regellos, oft in beträchtlicher Mächtigkeit über- und durcheinander.

Mulden und Thäler werden oft von Gerölle-Ablagerungen ausgefüllt.

Gruss. Die nicht mehr verbundenen Theilchen oder Individuen eines Gesteins. Insbesondere aus der Zersetzung gemengter Gesteine geht Gruss hervor.

Ablagerungen von Gruss bilden entweder Decken auf den Gesteinen, aus deren Zerstörung sie hervorgegangen, oder sie häufen sich am Fusse von Bergen, in Schluchten und Thälern an.

Sand. Lockere Anhäufungen von Mineralien, welche in der Form von mehr oder weniger abgerundeten Körnern, seltener Krystallen oder Krystall-Fragmenten von äusserster Kleinheit erscheinen.

Als bemerkenswerthe Arten dürften zu nennen sein:

Quarzsand. Die meisten Sand-Ablagerungen enthalten den Quarz als vorwaltenden oder alleinigen Bestandtheil, so dass, wenn von Sand im Allgemeinen die Rede, gewöhnlich Quarzsand darunter zu verstehen. Die Quarz-Körnchen besitzen

nicht selten glatte, glänzende Oberfläche, oft sind noch einzelne Krystall-Flächen zu erkennen; ihre Farblosigkeit oder weisse Farbe bedingt die helle Farbe vieler Sand-Ablagerungen. Blättchen weissen Muscovits stellen sich nicht selten ein. Sehr verbreitet im nördlichen Deutschland, am Niederrhein, in Westphalen.

Dolomitsand. Aus der Zersetzung dolomitischer Gesteine gehen jene feinen Sandmassen hervor, die nicht selten den Fuss der Dolomit-Berge und Felsen umgeben. Zwischen den Körnchen liegen oft reichlich mikroskopische Rhomboeder von Dolomit, so dass ein vollständiger Rhomboeder-Sand von gelblichweisser Farbe hervorgeht. Umgebungen von Muggendorf, Streitberg in Franken; bei Urach in der schwäbischen Alp; bei Baden im Wiener Becken.

Glaukonitsand (Grünsand.) Körnchen von Glaukonit bis zu Hirsekorn-Grösse, von Quarz-Körnern begleitet, setzen manchmal grössere Ablagerungen von Sand zusammen, der durch seine grüne Farbe sich auszeichnet. In New Jersey, Insel Wight, Westphalen.

Magneteisensand. Körnchen und kleine Krystall-Fragmente von titanhaltigem Magneteisen bilden den vorwaltenden und die dunkle Farbe bedingenden Bestandtheil mancher Sand-Ablagerungen. Ausserdem finden sich noch Fragmente oder Körnchen von Augit, Olivin, Zirkon, Quarz, Spinell, von Metallen, Platin, Brauneisenerz, Gold. Manchmal auch kleine Partikel von basaltischen Gesteinen. In der Umgebung des Laacher Sees, im Rheinthal bei Philippsburg; Gegend von Neapel; bei Catania; auf Usedom und Wollin; Menaccan in Cornwall; Insel Ceylon, auf Tenerife, in Brasilien.

Vulkanischer Sand (Lavasand.) Feiner schwarzer Sand, in welchem neben kleinen Bröckchen von Lava zahlreiche scharfkantige Kryställchen und Krystall-Fragmente von Magneteisen, Augit, Sanidin, Leucit, Olivin, Biotit, Melanit liegen. Die mineralogische Zusammensetzung des in der Umgebung eines Vulkans verbreiteten Sandes entspricht jener der von demselben producirten Laven; in den vulkanischen Sanden vom Aetna und Hekla finden sich keine Leucite; in denen vom Vesuv fast keine Plagioklase. Die mikroskopische Untersuchung solcher Sande gewährt hohes Interesse; abermals sind es die verdienten Forscher **Vogelsang** und **Zirkel**, welchen wir dieselbe zu verdanken haben. Es seien hier nur die Resultate von **Zirkel's** neuesten Beobachtungen hervorgehoben. Die Bestandtheile der vulkanischen Sande zeichnen sich besonders aus: 1) durch die grosse Zahl von Glas-Einschlüssen in den Krystallen und Krystall-Fragmenten. 2) Durch das ausserordentliche Erfülltsein der Krystalle mit fremden Individuen. 3) Durch das beträchtliche Vorherrschen von Glassubstanz. 4) Durch die ungewöhnliche Menge von leeren, durch Gase und Dämpfe erzeugten, dunkel umrandeten Poren in den Glasscherben und Krystallen. 5) Durch die eigenthümlichen lockeren oder festeren Flöckchen und Häufchen zusammengeballter Mikrolithen, insbesondere von Augit und Magneteisen.

Anhang.

a) Gesteine, die aus der Zersetzung oder Umwandelung anderer hervorgegangen sind.

Kaolin (Porcellanerde.) Derb. Bruch uneben, erdig. Weich und zerreiblich. Weiss, gelblich-, graulichweiss. Im feuchten Zustande plastisch. Geht aus der Zersetzung feldspathiger Mineralien und Gesteine hervor. Passau, Bayern; Aue bei Schneeberg, Morl bei Halle; Karlsbad; Limoges in Frankreich; Cornwall u. a. O.

Thon (Plastischer Thon.) Der Thon hat eine dem Kaolin ähnliche Zusammensetzung: kieselsaures Thonerdehydrat mit mehr oder weniger Eisen- und Manganoxydhydrat, durch kohlensaure Kalkerde und Magnesia, durch Quarzsand verunreinigt. Weiss, grau, gelb. Fettig. Je reiner, desto plastischer. Enthält als accessorische Bestandmassen Concretionen von Gyps, Eisenkies, Markasit. Sehr verbreitet im n. und n.-w. Deutschland.

Mergel. Dicht bis erdig. Grau, gelb, röthlich. Meist vor geringer Härte. Gemenge von Thon mit kohlensaurem Kalk; man unterscheidet je nach dem Vorwalten: Thonmergel oder Kalkmergel. Ausserdem gibt es Mergel die kohlensaure Magnesia enthalten: Dolomitmergel, andere die Quarz-Körnchen enthalten: Sandmergel.

Lehm. Durch Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd verunreinigter und gefärbter Thon, oft mit beigemengtem Quarzsand. Gelb ins Graulichgelbe. Fühlt sich rauh an, hängt nicht der Zunge an.

b) Photogene Gesteine, aus der mehr oder weniger vollständigen Umwandelung von Pflanzensubstanz hervorgegangen.

Die fossilen Kohlen lassen sich nach ihren äusseren und inneren Eigenschaften in drei Gruppen bringen: Anthracit, eigentliche Schwarzkohle und Braunkohle.

1) Anthracit. Amorphe Masse. Muscheliger Bruch. H. = 2,0—2,5. G. = 1,52. Spröde. Eisenschwarz bis graulichschwarz. Metallartiger Glanz. Verbrennt mit wenig Flamme.

Chem. Zus. Kohlenstoff, selten unter 90%, mit etwas Wasser- und Sauerstoff, zuweilen durch Thonerde, Eisenoxyd, Kieselsäure verunreinigt.

2) Schwarzkohle (Steinkohle.) Dichte oder schieferige Masse. Bruch flachmuschelig. H. = 2,0—2,4. G. = 1,0—2,1; im Mittel = 1,3. Sammetschwarz, bis graulich- oder braunlichschwarz. Fett- bis Glasglanz. Verbrennt mit heller Flamme.

Chem. Zus. 95 bis 75% Kohlenstoff, 20 bis 3% Sauerstoff, 5 bis ½% Wasserstoff. Oefter durch mancherlei Beimengungen verunreinigt.

Die wichtigsten Abänderungen der Schwarzkohle sind:

a) Pechkohle. Farbe: sammtschwarz. Starker Fettglanz. Grossmuscheliger Bruch. Hat das geringste Gewicht; im Mittel = 1,195.

b) Kännelkohle (vom engl. Candle Coal, d. h. Kerzenkohle.) Farbe graulich bis sammtschwarz. Ebener bis flachmuscheliger Bruch.

c) Russkohle besteht aus kurzfaserigen, staubartigen Theilen. Leicht zerreiblich, färbst stark ab (daher der Name.)

d) Schieferkohle. Besteht aus Lagen zweier oder mehrerer der bisher genannten Kohlen-Arten, daher von ausgezeichnetem Schiefergefüge. Beim Vorwalten von Pechkohle wird diese Abänderung als Blätterkohle bezeichnet.

3) Braunkohle (Lignit.) Dichte oder erdige Masse, mehr oder weniger Holzstructur zeigend. Muscheliger bis erdiger Bruch. H. = 1,0—2,5. G. = 0,5—1,7. Holz- bis schwärzlichbraun, pechschwarz. Schwacher Fettglanz. Leicht brennbar. Das Pulver färbt Kalilauge braun.

Chem. Zus. 76 bis 56 % Kohlenstoff, 26 bis 17 % Sauerstoff, 5 bis 4 % Wasserstoff. Oft durch andere Beimengungen verunreinigt.

Die wichtigsten Abänderungen der Braunkohle sind:

a) Holzige Braunkohle (Bituminöses Holz.) Deutliche Holzgestalt, fibröses Gefüge des Holzes. Hell- bis schwärzlichbraun. Bastkohle heisst ihre Modification, welche aus dünnen elastischen Lagen von bastartigem Gefüge besteht.

b) Gemeine und muschelige Braunkohle. Derbe Massen mit Holzstructur. Flachmuscheliger Bruch. Dunklere Farbe.

c) Pechglanzkohle. Ohne Holzstructur. Vollkommen muscheliger Bruch. H. = 2—3. Pechschwarze Farbe. Wachs- bis Fettglanz.

d) Blätterkohle (Laubkohle.) Besteht aus blattartigen, dünnen, lagenweise auf einander gehäuften Partien. Schwärzlichbraun bis pechschwarz. Durch Aufnahme von erdigen Stoffen geht sie in Moorkohle über. Die Nadelkohle besteht aus mit einander verbundenen Nadeln von Zapfenbäumen.

e) Erdige Braunkohle (Erdkohle.) Derbe, meist zerreibliche, zuweilen staubartige Braunkohle. Erdiger Bruch. Matt. Mager anzufühlen.

f) Papierkohle (Dysodil.) Dünne, papier- oder pergamentähnliche, zähe, biegsame Lagen einer braunen oder gelblichen Masse, die aus wenig Kohle, aus Bitumen, aus Thon und Kieselpanzern von Diatomaceen besteht.

Von dem Vorkommen und weiteren Verhältnissen der Kohlen soll an den geeigneten Orten die Rede sein.

Dritter Abschnitt.

Formen-Lehre der Gesteine.

Bei den meisten Gesteinen findet man den Zusammenhang durch innere Trennungs-Flächen unterbrochen, welche die Gesteins-Masse in, auf die verschiedenste Weise gestaltete, Körper absondern. Solche Flächen nennt man die Absonderungs-Flächen. Die Art und Weise, auf welche dieselben hervorgingen, ist eine verschiedene. Sie bildeten sich entweder 1) nachdem das Gestein entstanden, nach dessen Festwerden, sei es nun ein Austrocknen oder Erkalten, wobei die Masse des Gesteins von mehr oder weniger zahlreichen Rissen und Sprüngen durchzogen wurde, die man auch als Klüfte bezeichnet. 2) Sie bildeten sich gleichzeitig mit dem Gestein selbst, während solches abgelagert wurde, indem sich nach und nach eine Lage auf der anderen absetzte; die Flächen, welche die einzelnen Lagen trennen, heissen Fugen. Sie sind aber auch wieder Zusammensetzungs-Flächen, da durch sie zwei Gesteins-Massen aneinander gefügt wurden.

Nach diesen beiden Hauptbildungs-Arten werden die inneren Formen der Gesteine als Absonderung und als Schichtung unterschieden.

1. Absonderung.

Die Absonderung besteht also in einer Zerklüftung und die Klüfte sind dadurch entstanden, dass die Gesammt-Masse des Gesteins sich durch Zusammenziehen verminderte durch Verlust an Wärme oder Wasser. Je bedeutender die Zusammenziehung der Masse, um so grösser die Zahl und Weite der Klüfte.

Man unterscheidet im Allgemeinen regelmässige und unregelmässige Absonderung. Die erste zeigt eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Richtung der Klüfte; deren Verbindung ruft bestimmte, oft sehr regelmässige Formen hervor, wie Säulen, Tafeln oder Platten, Kugeln, Schaalen, Parallelepipede.

a) Säulenförmige Absonderung.

Die Gesteins-Masse ist in mehr oder weniger regelmässige Säulen oder Prismen zerklüftet. Die Säulen sind meist fünfseitig, aber auch drei- bis neunseitige kommen vor. Ausser den mit den Axen der Säulen parallel laufenden Klüften gibt es auch solche, die rechtwinklig darauf stehen, wodurch die Säulen in Glieder zerfallen. Die Länge der Säulen ist eine äusserst verschiedene; sie steigt von einigen Zollen bis zu mehreren Fussen, ja bis zu hundert Fussen und darüber. Der Durchmesser beträgt oft nur wenige Zoll, seltener mehrere Fuss. Die Säulen-Wände sind bald glatt und eben, bald rauh. Die Säulen stehen entweder aufrecht, vertikal, oder sie sind unter verschiedenen Winkeln geneigt, oder sie liegen wagerecht, was besonders bei in Spalten eingeschlossenen, prismatisch abgesonderten Massen vorkommt, so dass die Säulen rechtwinklig auf die Spalten-Wände stehen. Auch gibt es nach oben gegen einander sich neigende, sowie nach oben divergirende Säulen, oder solche, die gleich den Strahlen einer Kugel nach allen Seiten auseinandergehen. Endlich hat man sogar gebogene Säulen beobachtet.

Die säulenförmige Absonderung ist vorzugsweise jenen Gesteinen eigen, welchen man einen feurig-flüssigen Ursprung zuschreibt. (Auf ähnliche Weise zeigen sich prismatische Absonderungs-Flächen an Gestellsteinen in Hohöfen u. dergl.)

Unter den Gesteinen, welche besonders säulenförmige Absonderung zeigen, sind folgende zu nennen:

Granit, nur selten; sehr ausgezeichnet am Vorgebirge Colle, Prov. Constantine in Algerien; an der Küste von Cornwall, namentlich an dem kleinen Vorgebirge von Chair Ladder und bei Pordenack Point; angeblich auch auf der schottischen Insel Mull und in Caracas. Gegend von Linz in Oesterreich.

Syenit, auf dem Eilande Ailsa unweit der schottischen Insel Arran. Die Säulen fünf- bis sechsseitig, im Durchmesser von 6 bis 8 Fuss, oft über 100 Fuss lang, ungegliedert, eng mit einander verbunden.

Quarz-Porphyr, überaus häufig; Altenhain in Sachsen, die ein bis zwei Fuss dicken Säulen sind gekrümmt und dabei so regelmässig mit einander verbunden, wie die Rippen eines Schiffes. Auch im Tharander Walde, bei Grund; die vier- bis fünfseitigen Säulen oft büschelförmig gruppirt. Burgstall bei Wechselburg, Altenhain. — In Schlesien der Wildenberg bei Schönau, in Tyrol bei Botzen, in Baden bei Weinheim auf dem Wagenberge. Hier erscheinen die Porphyr-Säulen in die dünnsten Platten getheilt. Im Schwarzwalde im Münsterthal, auf dem Scharfenstein.

Diabas, sehr ausgezeichnet bei Gräveneck unfern Weilburg und Niederbiel bei Wetzlar.

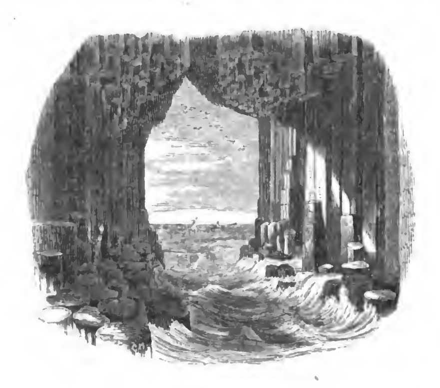
Quarztrachyt namentlich auf der Insel Palmarola; Säulen-Reihen bis zu 200 F. Höhe; auch auf der Insel Ponza. Die meist kleinen, fünf- oder sechsseitigen,

in seltener Regelmässigkeit ausgebildeten Säulen bald senkrecht stehend, bald wagerecht, bald zu Büscheln gruppirt.

Trachyt. Im Siebengebirge am Drachenfels, Stenzelberg, an der Wolkenburg, am Mittelberg sind die 2 bis 3 F. langen Säulen gleichmässig mit dem Abhange des Berges gegen S.-W. geneigt, krümmen sich nach oben hin und legen sich flacher. Am Stenzelberg lassen ausserdem die Trachyt-Pfeiler noch eine seltsame schalige Absonderung wahrnehmen, die von den Steinbrechern sog. Umläufer. Es sind Cylinder-Flächen, welche die Schalen begrenzen und nach der Mitte hin immer kleiner werden, die innerste umschliesst einen cylindrischen Kern, die Schalen sind mehrere Zoll dick. Auch die Trachyte in Ungarn, in der Auvergne am Mont-Dore, auf Tenerife zeigen sich oft säulenförmig abgesondert.

Phonolith. Die Säulen im Allgemeinen weniger regelmässig als die des Basaltes, sehr oft durch auf ihre Axe senkrechte Klüfte in dünne Platten getheilt. Krzemusch in Böhmen, die 1 bis 2 Fuss dicken Säulen neigen sich unter 65° nach Südost. Steinwand bei Kleinsassen im Rhöngebirge; sehr ausgezeichnet am Mont-Dore, am Roc du Cure im Velay, Roche blanche im Cantal, am Monte Rosso und bei Castel nuovo in den Euganeen, Insel Fernando Noronha im atlantischen Meere, besonders aber die prachtvollen Säulen-Gruppen, „Lots Weib“ genannt, auf der Insel St. Helena; die Höhe der Säulen-Masse beträgt 160 Fuss.

Anamesit. Bekannt sind die Säulen-Reihen an der Nordküste von Irland, am Riesendamm. Die 32 F. langen Säulen sind oft in eben so viele bis 40 Glieder geschieden, jedes einzelne Glied zeigt ein concaves und convexes Ende, und die concaven Flächen erscheinen bei senkrechter Stellung der Säulen meist nach oben gekehrt. — Nicht weniger bekannt sind die prachtvollen Säulen auf der Insel Staffa mit der



Fingals-Höhle. Hier zeigen sich die Säulen nicht selten gebogen, auch ragen sie oft mit beiden Enden in die Höhe, die seltsamsten Gruppen bildend. In den Maingegenden, bei Steinheim unfern Hanau; die Säulen werden bei einem Durchmesser von 6 bis 10 Fuss zu förmlichen Pfeilern.

Basalt zeigt sehr häufig und am schönsten säulenförmige Absonderung; so unter andern: bei Stolpen, am Pöhlberg und Scheibenberg in Sachsen; hier gewinnen die 6 bis 8 F. dicken Säulen ein Thurm-ähnliches Aussehen; auch bei Steinschönau und Wittgendorf unweit Zittau in Sachsen; Landskrone und Stromberg bei Weissenberg in der Lausitz; Schneekuppe in Schlesien; Diberschaarberg bei Leiden; Fauerbach bei Friedberg; Bildstein bei Lauterbach im Vogelsgebirge; Druidenstein unfern Heckersdorf bei Siegen; Landskrone bei Ahrweiler; Mendeberg bei Linz, hier Basalt-Säulen von seltener Regelmässigkeit, deren Durchmesser bei 50 Fuss Länge nur 4 bis 5 Zoll beträgt; auch bei Unkel und Dattenberg am Rhein; bei Oberkassel unfern Bonn zeigen die 5 bis 6 Zoll dicken und 30 bis 40 F. langen Säulen die Umrisse von an den Enden abgestumpften Doppelpyramiden. Ferner sehr ausgezeichnet im Vivarais und im Velay, auf der Insel Bourbon; die Pallisaden-Felsen am Hudson-Fluss zeigen bei einem Durchmesser von 12 F. oft 200 F. Länge.

b) Kugelförmige Absonderung. Das Gestein umschliesst kleinere oder grössere Kugeln derselben Masse; sie zeigen meist concentrisch-schalige Bildung, umschliessen einen festen Kern. Meist treten sie erst in Folge der Verwitterung deutlicher hervor. — In vielen Fällen geht aber die kugelförmige Absonderung aus der säulenförmigen hervor, indem sich gegliederte Säulen allmählich zu Kugeln auflösen.

Die kugelförmige Absonderung findet sich namentlich bei folgenden Gesteinen:

Porphyr: Thüringer Wald, Teplitz; beim sog. Pyromerid auf Corsica.

Diabas: Radauthal im Harz; Weidesgrün und Schauenstein im Fichtelgebirge.

Anamesit: Steinheim bei Hanau.

Basalt. Hier ist die Erscheinung am häufigsten zu treffen und meist in Beziehung zu säulenförmiger Absonderung. Die Prismen sondern sich nach und nach zu Kugeln ab. Der Process schreitet von Aussen nach Innen und aus der Höhe in die Tiefe fort. Es bilden sich zuletzt Kugeln aus concentrisch-schaligen Hullen mit festem Kern bestehend. Sehr häufig in Böhmen, so am Hornberg bei Carlsbad; Fauerbach, Kalbenberg in der Wetterau; bei Auerbach an der Bergstrasse, am Menzenberg



bei Rheinbreitbach, namentlich aber in der sogenannten „Käsegrotte" bei Bertrich. Die senkrecht stehenden Basalt-Säulen bestehen aus flachgedrückten, aufeinander

liegenden Sphäroiden (in ihrer Form holländischen Käsen ähnlich), die concentrisch-schalig zusammengesetzt.

c) Plattenförmige Absonderung. Die Gesteins-Masse ist in die dünnsten Platten und Tafeln getheilt.

Quarz-Porphyr zeigt dieselbe häufig. Dobritz und Tharander Wald in Sachsen (der sog. Plattenporphyr). Auch bei Leissnig und Colditz u. a. O. in Sachsen; Hochberg in Schlesien, Gegend von Halle, im Schwarzwald bei Geroldsau, Lahr, im Münsterthal, im Odenwald bei Weinheim, sehr ausgezeichnet bei Botzen in Tyrol; hier werden die oft nur einen halben Zoll dicken Platten statt der Ziegel als Dachbedeckung verwendet.

Phonolith zeigt gleichfalls sehr häufig plattenförmige Absonderung; böhmisches Mittelgebirge, Steinwand, Teufelstein in der Rhön; Heldburg in Thüringen; am Mont-Dore, wo die Phonolith-Platten auch zur Dachbedeckung dienen.

Basalt lässt die säulenförmige Absonderung meist mit plattenförmiger verbunden wahrnehmen, indem die Prismen vielfach von auf ihren Axen recht- oder schiefwinkelig stehenden Klüften durchschnitten werden. — Tharander Wald, hier sehr dickplattig; Rattenstein bei Rittersdorf, hier sind die Platten so dünn, dass man sich ihrer statt eiserner Bleche bedient; Salesel zwischen Aussig und Lobositz; Landskrone und Löbau in der Lausitz. Zuweilen zeigen sich die Platten gebogen, so dass eine krummschalige Absonderung entsteht; so am Rückertsberge bei Oberkassel, Pradelles im Vivarais.

d) Parallelepipedische Absonderung findet sich namentlich bei geschichteten Gesteinen; indem die Schichtungs-Fugen von senkrechten Klüften durchschnitten werden, entstehen würfel- oder quaderförmige und ähnliche Gestalten.

Sandsteine und Kalksteine zeigen am häufigsten eine solche Absonderung; das bekannteste Beispiel bietet der in Sachsen, Böhmen, Schlesien, am Harze verbreitete Quadersandstein.

Die unregelmässige Absonderung geht hervor, wenn die Gesteins-Masse nach den verschiedensten Richtungen von Klüften durchzogen ist, ohne dass die hierdurch entstandenen Formen irgend eine Regelmässigkeit zeigen, sondern als eckige, unförmige Massen erscheinen; daher man diese Absonderung auch als massige zu bezeichnen pflegt.

Sie ist besonders Graniten, Syeniten, Dioriten, Diabasen, vielen Porphyren eigen.

2. Schichtung.

Die Gesteins-Masse zeigt sich durch mit einander gleichlaufende Fugen in einzelne Lagen eingetheilt; eine jede dieser Lagen wird also von zwei parallelen Flächen begrenzt und heisst eine Schicht. Der Durchmesser, die Stärke, oder wie der bergmännische Ausdruck sagt, die Mächtigkeit der Schichten, d. h. die Entfernung von einer Schichtungs-Fuge zur andern ist eine sehr verschiedene. Es gibt solche, die nur wenige Zoll, andere die 25 bis 30,

ja 50 bis 100 Fuss „mächtig" sind. Solche pflegt man auch als **Bänke** zu bezeichnen. Oft nehmen zahlreiche Schichten in ununterbrochener Folge, gleich den Blättern eines Buches, ihre Stelle übereinander ein. Die zunächst über und unter einer Schichte *b* liegenden Schichten *a* und *c* werden jene (*a*) als **Hangendes**, diese (*c*) als **Liegendes** bezeichnet.

a

b

c

Wenn das Ende einer Schicht die Oberfläche der Erde berührt, von ihr durchschnitten wird, so sagt man die Schicht **streicht aus** und nennt ihre Enden das **Ausgehende** oder den **Ausstrich**.

Endigt eine Schicht plötzlich an einer anderen, sie quer durchschneidenden, so sagt man, dass die Schicht **absetze** oder **abstosse**.

Verliert sich eine Schicht zwischen zwei andern, so dass die beiden Fugen in eine zusammenlaufen, so heisst es die **Schicht keilt** oder **schneidet sich aus**.

Die Lage der Schichten ist eine sehr verschiedene. Häufig liegen sie vollkommen wagerecht oder horizontal; nicht selten sind sie unter einem mehr oder weniger grossen Winkel gegen den Horizont geneigt. Dieser Winkel beträgt zuweilen 70 bis 80°, ja manchmal nehmen die Schichten eine senkrechte oder vertikale Stellung ein, sie stehen **saiger** oder **auf dem Kopfe**. Das Ausgehende solcher Schichten pflegt man auch als **Schichtenköpfe zu bezeichnen**.

Die Oberfläche der Schichten ist keineswegs immer eine ebene, sondern oft eine mehr oder weniger krummflächige. Gewundene, geknickte, gefaltete, zickzackförmig gefaltete Schichten kommen vor.

Um die Lage einer Schicht zu bestimmen, muss man zunächst ihr **Streichen** ermitteln, d. h. die **Lage der Schichtungs-Flächen gegen den Meridian** (die Nordlinie) des Beobachtungsortes. Dies geschieht, indem man zwei Linien annimmt: eine auf der Schichtungs-Fläche gezogene horizontale Linie, die **Streich-Linie**; die zweite ist die Linie der Neigung der Schichten Flächen, oder ihr **Einfallen**, **Einschiessen** gegen die Horizontal-Ebene des Beobachtungs-Ortes; diese Linie heisst die **Fall-Linie**. Beide Linien sind rechtwinkelig zu einander. Das Streichen wird nun durch Angabe des Winkels bestimmt, welchen die Streich- mit der Mittags-Linie bildet; das Einfallen, indem man den Neigungs-Winkel gegen die Horizontal-Ebene angibt.

Das Instrument, vermittelst dessen das Streichen bestimmt wird, ist der **bergmännische Compass**. Derselbe ist in zweimal zwölf Theile, Stunden — den Stunden des Tages entsprechend — eingetheilt.

Eine jede dieser Stunden ist gleich 15° der Kreis-Eintheilung und zerfällt wieder in Achtels-Stunden, deren jede = 1° 52′ 30″. Die Stunden werden von Nord nach West (nicht nach Ost) und von West nach Süd abgelesen, weil auf dem bergmännischen Compass Ost und West mit einander vertauscht sind. Will man nun das Streichen der Schichten bestimmen, so hält man in der Richtung der Streich-Linie die Nordsüd-Linie des Compasses und beobachtet hierauf, um wie viele Stunden die Nadel von der Nordsüd-Linie abweicht. Hierbei darf man aber die magnetische Declination der Nadel nicht vergessen. Dieselbe ist in Europa eine westliche und beträgt etwas über eine Stunde Man findet daher das reducirte Streichen, wenn man von dem beobachteten Streichen die Zahl der magnetischen westlichen Declination abzieht.

Das Instrument zur Bestimmung des Fallens ist ein an dem Compass angebrachter Gradbogen, dessen Durchmesser man der Fall-Linie parallel hält und den Pendel einspielen lässt. Ausser dem Grad des Fallens hat man auch die Richtung desselben zu beobachten.

Sehr einfach lässt sich häufig das Fallen bestimmen, indem man die Nordlinie des Compasses der Fall-Linie parallel hält und diese Richtung noch näher durch Angabe der Himmels-Gegend bezeichnet, nach welcher die Schichten einfallen. Hieraus lässt sich das Streichen berechnen durch Ab- oder Zuzählen von 6 Stunden = 90°.

Alle Gesteine, denen Schichtung eigen, pflegt man auch als geschichtete zu bezeichnen.

Falsche Schieferung. Bei allen Gesteinen, welchen schieferige Structur eigen, ist in der Regel die schieferige Structur und die durch diese bedingte Spaltbarkeit parallel mit den Schichtungs-Fugen. Doch gibt es auch Fälle, dass die Schieferung die Schichtung unter einem mehr oder weniger grossen Winkel durchschneidet. Diese Erscheinung bezeichnet man als falsche, transversale oder auch secundäre Schieferung.

Man hat dieselbe in vielen Gegenden auf weite Strecken im Thonschiefer-Gebirge beobachtet, namentlich in Yorkshire in England, in Westphalen, Thüringer Wald, im Harz. Sie stellt sich oft so vollkommen ein, dass man Schichtung und Schieferung kaum unterscheiden kann.

Vierter Abschnitt.

Lagerungs-Lehre der Gesteine.

Das räumliche Verhalten der Gesteins-Körper zu einander und zu dem Erdganzen wird als Lagerung bezeichnet. Die einzelnen Gesteins-Körper sind aber wieder zu grösseren Massen vereinigt, welche Gebirgs-Glieder heissen. Unter einem Gebirgs-Glied hat man einen jeden durch seine Gesteins-Beschaffenheit so wie durch Form selbständigen Gesteins-Körper zu verstehen, welcher anstehend sich mehr oder weniger an der Zusammensetzung der Erdrinde betheiligt. Unter einer anstehenden Masse ist aber eine jede an dem Orte ihres Vorkommens ursprünglich abgelagerte zu begreifen, die mit nachbarlichen Gesteins-Körpern in gewissem Zusammenhang steht.

Im gewöhnlichen Leben pflegt man auch ein anstehendes Gestein als „gewachsenen Fels" zu bezeichnen.

Die äussere Form, welche den Gebirgs-Gliedern eigen, ist eine verschiedene; die häufigsten Formen sind:

a) Lager (Parallel-Massen); d. h. von zwei einander mehr oder weniger gleichlaufenden Flächen umgrenzte Gesteins-Massen von unbestimmter Ausdehnung;

b) Stöcke, d. h. nach verschiedenen Richtungen hin ausgedehnte Gesteins-Massen, welche bald in senkrechter Stellung befindlich, eine cylindrische, bald in mehr horizontaler, eine linsenförmige Gestalt besitzen (stehende und liegende Stöcke);

c) Decken und Kuppen; im ersteren Fall ist ein Gebirgs-Glied nach allen Seiten hin über beträchtliche Flächenräume wagerecht abgelagert; im anderen Fall bildet ein Gebirgs-Glied Dom- oder Kegel-förmige Massen, über das Niveau anderer Gesteins-Massen emporragend.

Man unterscheidet zwischen vorherrschenden und untergeordneten Gebirgs-Gliedern; jene zeichnen sich durch ihre grosse horizontale Verbreitung, durch den beträchtlichen Raum, den sie einnehmen, aus; diese besitzen — verglichen mit den nachbarlichen Gesteins-Massen — eine weit geringere Ausdehnung.

Die vorherrschenden Gebirgs-Glieder sind daher als wesentliche, die untergeordneten als unwesentliche Theile der Erdrinde zu betrachten.

Bei der Verbindung der Gebirgs-Glieder oder ihren Lagerungs-Verhältnissen unterscheidet man:

1) Auflagerung: ein Gebirgs-Glied nimmt unmittelbar über dem anderen seine Stelle ein;
2) untergreifende Lagerung: ein Gebirgs-Glied hat sich unterhalb eines anderen abgelagert;
3) durchgreifende Lagerung: ein Gebirgs-Glied hat sich zwischen einem oder zwei vorhandenen abgelagert;
4) umschlossene Lagerung: ein Gebirgs-Glied wird nach allen Seiten hin von früher vorhandenen Massen vollständig umgeben.

Sämmtliche Gebirgs-Glieder kann man aber, je nachdem sie geschichtete oder nicht, in geschichtete und in massige Gebirgs-Glieder eintheilen.

Die Lagerung beider ist eine verschiedene, daher sie eine gesonderte Betrachtung verdient.

1. Lagerung der geschichteten Gebirgs-Glieder.

Geschichtete Gebirgs-Glieder, welche einander begrenzen, zeigen entweder einen vollkommenen Parallelismus ihrer Schichten, sie besitzen gleichförmige, concordante Lagerung; oder es ist das Gegentheil der Fall: sie besitzen ungleichförmige, abweichende, discordante Lagerung.

Gleichförmig gelagerte Schichten liegen entweder horizontal oder sie sind unter den verschiedensten Winkeln geneigt; oder sie stehen senkrecht.

Es kommt nicht selten der Fall vor, dass Gesteine von ganz verschiedener Beschaffenheit — z. B. Sandsteine, Kalksteine, Thone — übereinander ihre Stelle einnehmend, oft wiederholt miteinander wechselnd, gleichförmige Lagerung zeigen; man pflegt sie auch als Wechsel-Lagerung zu bezeichnen.

Uebergreifende Lagerung nennt man jene, wenn das Ausgehende von Schichten durch später darüber abgelagerte Schichten gänzlich bedeckt wird.

Die Lagerungs-Formen geschichteter Gebirgs-Glieder sind vorzugsweise durch die Gestalt ihrer Unterlage bedingt; man unterscheidet hiernach:

Mulden- oder Becken-förmige Einlagerung. In einer beckenförmigen Vertiefung haben sich nach und nach Schichten abgelagert und ein Gebirgs-Glied gebildet, dessen einzelne Schichten sich der Gestalt der Vertiefung gleichsam angepasst haben.

Man pflegt die längeren Seitentheile als Mulden-Flügel, die kürzeren als Mulden-Enden zu bezeichnen.

Buckelförmige Ueberlagerung. Ueber eine emporragende Gesteins-Masse hat sich ein geschichtetes Gebirgs-Glied in der Art abgelagert und solches bedeckt, dass es sich dessen äussere Form angeeignet hat.

Mantelförmige Umlagerung. Das geschichtete Gebirgs-Glied umgibt einem Mantel gleich nach allen Seiten eine oben unbedeckte Gesteins-Masse. Die Schichten fallen gewöhnlich abwärts von dem umgebenen Körper.

Deckenartige Auflagerung. Das horizontal abgelagerte Gebirgs-Glied bildet eine ausgedehnte Decke über einer Gesteins-Masse.

Ausser der Lagerung der geschichteten Gebirgs-Glieder im Allgemeinen kommt nun auch noch deren Structur, d. h. die Lage, die Form der Schichten selbst und ihr Verhalten gegen einander im Besonderen in Betracht.

Es wurde oben bereits hinsichtlich der Lage der Schichten bemerkt, dass sie bald horizontal, bald geneigt liegen, bald senkrecht stehen.

Für die Lage der Schichten gebraucht man auch folgende Ausdrücke: horizontale Schichten nennt man söhlige; wenig geneigte schwebende, wenn der Fallwinkel bis zu 15°; flache, wenn der Fallwinkel zwischen 15° und 30°; tonnlägige, wenn der Winkel zwischen 30° und 75°; steile, wenn der Winkel zwischen 75° und 80°; seigere oder auf dem Kopf stehende, wenn sie vertikal.

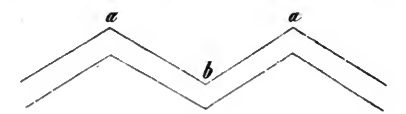
Was die Form der Schichten betrifft, so sind dieselben in der Regel ebenflächig. Jedoch erscheinen sie auch geknickt, gebogen, gewunden und gefaltet, und zwar wiederholen sich solche Biegungen und Windungen oft mehrfach.

Durch die Verbindung von Schichten, welche mehr oder weniger horizontal abgelagert oder schwebende sind, wird ein einfacher Schichtenbau bedingt; das Gegentheil findet jedoch statt wenn Schichten, denen verschiedene Form und insbesondere verschiedene Lage eigen, zusammentreffen. Hier hat man namentlich das Streichen

und Fallen der Schichten ins Auge zu fassen und unterscheidet zumal zwei Arten des Schichtenbaues:

1) Geradlaufender Schichtenbau, d. h. die Streichungs-Linie dauert in gerader Richtung auf bedeutende Strecken hin fort. Hier kommen namentlich der sattelförmige und der muldenförmige Schichtenbau in Betracht.

Bei dem sattelförmigen Schichtenbau fallen die gerade fortstreichenden Schichten in entgegengesetzten Richtungen ein; die in gerader Richtung fortziehende, die höchsten Punkte verbindende Linie (*a*) heisst die Sattel-Linie oder die Antiklinal-Linie.



Bei dem muldenförmigen Schichtenbau fallen die gerade fortstreichenden Schichten nach entgegengesetzten Richtungen einander zu; die Linie, welche die tiefsten Punkte verbindet, heisst die Mulden-Linie oder Synklinal-Linie (*b*).

Die beiden Hälften eines Sattels oder einer Mulde, welche durch die Sattel- und Mulden-Linien getrennt werden, heissen die Sattel- und Mulden-Flügel. Die Schichten selbst bilden an den höchsten und tiefsten Punkten bald stumpfe oder scharfe Kanten, bald einen stärkeren oder flacheren Bogen. Zuweilen wird der oberste Theil, auf dem die Sattel-Linie hinläuft, vermisst und es sind nur die beiden Seiten des Sattels vorhanden; dies nennt man einen Luft-Sattel. Nicht selten ist der Fall-Winkel zweier Flügel eines Sattels oder einer Mulde verschieden; während der eine Flügel geringe Neigung besitzt, fällt der andere unter hohem Winkel ein.

2) Umlaufender Schichtenbau, d. h. die Streichungs-Linie dauert in gerader Richtung nicht lange an, sondern ändert sich öfter, macht mehr oder weniger starke Wendungen und Biegungen. Die Schichten wenden sich hierbei oft in einem Bogen, fallen von einander ab oder zu.

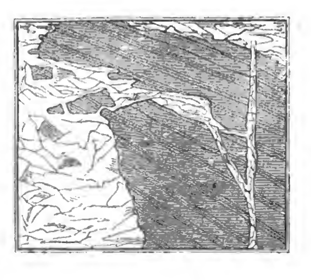
Es lassen namentlich die sogen. älteren Gebirgs-Formationen hierher gehörige Erscheinungen ausgezeichnet wahrnehmen. — In der Bretagne, zwischen Rennes und Nantes bildet die Grauwacke acht aufeinander folgende Gewölbe-Ketten oder Sättel, als eben so viele Falten, die in der Tiefe muldenförmig zusammenhängen; die Einbiegungen sind zum Theil ausgefüllt durch muldenförmig aufgelagerten Dachschiefer. — Die Schichten der Kohlenwerke von Anzin bei Valenciennes fallen mit 70° nach Süden, biegen sich in der Tiefe unter einem Winkel von 60° um und steigen gegen Norden auf, biegen sich wieder um und fallen wie früher nach S. Aehnliche Falten zeigen sich in der ganzen Ausdehnung des Niederländischen Kohlen-Reviers, so bei Mons und Lüttich. Auf der rechten Seite des Rheins findet sich eine ähnliche Folge von

Sätteln und Mulden auch im Steinkohlen-Gebirge wieder; berühmt ist besonders die Gegend von Arnsberg wegen der Sattel-Structur des Kalksteines. Eine wahre Grossartigkeit gewinnen diese Krümmungen im Kalkgebirge der Alpen. **(Studer.)**

2. Lagerung der massigen Gebirgs-Glieder.

Während den geschichteten Gebirgs-Gliedern vorzugsweise Auflagerung oder auch umschlossene Lagerung eigenthümlich und ihre Lagerungs-Formen insbesondere Lager-artige sind, kommt bei den massigen Gebirgs-Gliedern zumal durchgreifende, auch untergreifende Lagerung vor, wodurch wieder andere Formen der Lagerung bedingt werden. Diese sind:

1) Gänge; d. h. plattenförmige Mineral- oder Gesteins-Massen, welche die Spalten in geschichteten wie in massigen Gebirgen ausfüllen, also letztere unter den verschiedensten Winkeln durchschneiden. In den geschichteten Gesteinen treten jedoch auch Gänge auf, welche den Schichten parallel laufen, zwischen diesen eingeschlossen sind, sogenannte Lagergänge. Von den Gängen gehen oft seitliche schmale Adern in das angrenzende Gestein, die man als Ausläufer bezeichnet. Die Gänge erscheinen stets als untergeordnete Gebirgs-Glieder.



Für die Lage und Ausdehnung der Gänge gelten die nämlichen Ausdrücke wie bei den Schichten, da sie gleich diesen plattenförmige Körper. Daher bezeichnet man die mehr oder weniger starke Neigung eines Ganges gegen den Horizont als dessen Fallen, seine Längs-Erstreckung dessen Streichen, den Durchmesser dessen Mächtigkeit, die Grenze des Ganges gegen die Oberfläche des Gebirges dessen Ausgehendes, Ausstreichendes. Die einen Gang unmittelbar umschliessende Gesteins-Masse heisst das Nebengestein und zwar der (bei nicht senkrechter Stellung) über dem Gang liegende Theil dessen Hangendes, der darunter befindliche das Liegende. Die Grenzflächen der Gänge heissen Salbänder.

Man unterscheidet zwischen Gesteins-Gängen und Mineral-Gängen. Erstere gehören einem Gestein an, welches als gangartiges Gebirgs-Glied auftritt und mit vorherrschenden Gebirgs-Gliedern aus dem nämlichen Gestein bestehend zuweilen in Verbindung oder Zusammenhang steht. Mineral-Gänge bestehen aus einem oder häufiger aus mehreren Mineralien; sind metallische Substanzen in einiger Menge vorhanden, so pflegt man sie auch als Erzgänge zu bezeichnen.

2) Stöcke besitzen gleich den Gängen eine durchgreifende Lagerung. Man unterscheidet stehende Stöcke oder Gangstöcke; sie tragen am meisten den Character der Gänge, sind gleichsam als sehr mächtige Gänge zu betrachten, denen aber eine geringe Ausdehnung in der Richtung des Streichens eigen. Sie besitzen rundliche, elliptische, keilförmige Gestalt. Liegende Stöcke oder Lagerstöcke, die sich mehr den Lagern nähern, gleichsam als mächtige Lager von geringer Längs-Erstreckung zu betrachten. Die Stöcke sind sowohl Gesteinsstöcke als auch Erzstöcke.

3) Kuppen sind bei den massigen Gebirgs-Gliedern besonders häufige Lagerungs-Form; sie stehen zuweilen zu den nachbarlichen Gesteins-Massen im Verhältniss der durchgreifenden Lagerung, indem sie sich durch und über dieselben ausgebreitet haben.

4) Decken heisst man die beträchtliche Ausdehnung massiger Gebirgs-Glieder, welche eine horizontale Auflagerung und allseitigen Zusammenhang besitzen (Plateaus).

5) Ströme, wenn das aufgelagerte Gebirgs-Glied eine besondere Ausdehnung in die Länge verbunden mit einer geringeren oder grösseren Neigung in der Längs-Richtung zeigt.

Fünfter Abschnitt.

Petrefactenkunde oder Versteinerungs-Lehre.

Von den Versteinerungen.

Unter Versteinerungen oder Petrefacten hat man mehr oder weniger in Mineral-Substanz umgewandelte, versteinerte oder petrificirte organische Reste zu verstehen. Der Zustand, in welchem solche fossile Reste — pflanzliche oder thierische — gefunden werden, ist ein sehr verschiedener, von ihrer Natur und der Substanz, die sie durchdrang und umhüllte, abhängiger. Denn man trifft vorzugsweise jene Theile von Pflanzen und Thieren versteinert, welche als festere dem so energisch einwirkenden sowohl mechanischen als chemischen Process der Zerstörung Widerstand zu leisten vermochten; also Blätter, Früchte, Zweige und Stämme von Pflanzen, die Kieselpanzer der Infusorien, die Stöcke der Korallen, die Schalen und Gehäuse der Mollusken, die hornigen und kalkigen Hüllen der Gliederthiere, die Zähne und Knochen der Wirbelthiere. Aber alle diese Reste sehen wir auf den verschiedensten Stufen der Umwandelung zu wirklicher Mineral- oder Steinmasse begriffen, und man kann im Allgemeinen annehmen: dass je höher das Alter der Gebirgsarten ist, in welchen begraben pflanzliche und thierische Ueberbleibsel vorkommen, solche auch in der Regel gänzlich oder vollständiger versteinert zu finden als jene, denen wir in jüngeren oder neueren Formationen begegnen, welche häufig nur überrindet, d. h. mit einer Mineral- oder Gesteins-Hülle bedeckt sind, oder es zeigen sich die Gehäuse von Weichthieren, die Knochen von Wirbelthieren nur in einem verwitterten Zustande.

1. Verkohlung. Der pflanzliche, weit seltener thierische Körper ist mehr oder weniger mit Beibehaltung seiner Form in Kohlenstoff umgewandelt worden.

Die fossilen Brennstoffe, die Braun- und Schwarzkohlen, sind', wie **Fleck** sagt, Vermoderungs-Producte von Vegetabilien, deren vorwaltend bei Luftabschluss unter Wasser verlaufender, durch den Einfluss mittlerer Temperaturen unterstützter Zersetzungs-Process auf einer in und aus der organischen Pflanzensubstanz stattfindenden Entwickelung von Kohlensäure und Sumpfgas beruht, welche als Zersetzungs-Producte auftretend zum Theil von dem über den vermodernden Pflanzen stehenden oder adhärirenden Wasser absorbirt werden (Kohlensäure), zum Theil aus der Flüssigkeit oder dem feuchten Fossil in gewisser Gleichmässigkeit entweichen (Sumpfgas) und sich der Atmosphäre beimischend, mit derselben explosive Gasgemische bilden können. Die Quantitäten beider sich entwickelnden Gase sind einander äquivalent und ihre in gleichen Zeiträumen auftretenden Volumina von dem Verlaufe des Vermoderungs-Processes und den ihn befördernden Bedingungen, Temperatur und Feuchtigkeit, abhängig. Der Vermoderungs-Rückstand, der fossile Brennstoff, besitzt eine den organischen Bestandtheilen des vermodernden Pflanzenstoffes der Art und der Menge nach entsprechende Zusammensetzung. — Es beruht also die Umwandelung des Vegetabils in kohlige Substanz oder Kohle auf einer allmähligen Concentrirung des in der Pflanzensubstanz ursprünglich vorhandenen Kohlenstoffs. **(Geinitz.)**

2) Verwitterung oder Auslaugung. Beruht auf der allmähligen Entfernung aller organischen Materie, alles thierischen Schleimes.

Die Gehäuse der Seeigel, die Schalen der Weichthiere, die Knochen der Wirbelthiere verlieren Glanz und Farbe, erlangen dafür ein gebleichtes, mattes und rauhes Ansehen, ein geringeres absolutes Gewicht. Die Muschelschalen sehen aus als ob sie gebrannt, calcinirt seien, daher man diesen Process auch als Calcination zu bezeichnen pflegt.

Es ist dies jedoch nicht immer der Fall. In den untersten Schichten der sog. Doggerformation (brauner Jura) finden sich Mollusken mit sehr schön perlmutterglänzender, opalisirender Schale. Sogar in älteren Formationen zeigen die Schalen noch Farben-Spuren, wie solches **Em. Kayser** von der *Rhynchonella pugnus* in der Eifel beobachtete.

3) Ueberrindung oder Incrustation. Pflanzliche oder thierische Körper werden, entweder in freier Luft, häufiger im Boden oder Wasser mit einer Mineral- oder Gesteins-Hülle bekleidet, welche sich die Gestalt des überrindeten Körpers aneignet, solchen eine gewisse Zeit vor den Einflüssen der Atmosphärilien, vor Verwitterung schützt.

Kalkhaltige Quellen bilden heutzutage noch solche Incrustate. In nicht wenigen Fällen ist die Incrustation der Anfang einer wirklichen Versteinerung, indem die überrindende Flüssigkeit nach und nach ins Innere dringt.

4) Versteinerung erfordert ein chemisch gelöstes Versteinerungsmittel, wie z. B. kohlensauren Kalk, Kieselsäure, und die Fähigkeit der Flüssigkeit das organische Gewebe des zu versteinernden Körpers völlig zu durchdringen, bis solcher zu Steinmasse geworden, d. h. die Eigenschaften des Minerals, in welches er umgewandelt worden, mehr oder weniger erlangt hat.

5) Abformung. Wenn ein in irgend einer Gesteins-Masse

eingeschlossener Körper, z. B. die Schale einer Schnecke, entfernt wird, so hinterlässt er einen hohlen Raum, den Umrissen seiner Gestalt entsprechend, einen Abdruck oder Spurenstein. Wird dieser hohle Raum später ausgefüllt, so entsteht ein Abguss der äusseren Form. Nicht selten waren die in Gesteinen vorkommenden organischen Körper hohl, wie die Gehäuse von Echiniden, die Schalen von Muscheln; durch spätere Ausfüllung derselben bildeten sich nun Abgüsse des inneren Raums, sog. Steinkerne. Oft ist die äussere Schale aufgelöst, fortgeführt worden; dann entstand ein leerer Zwischenraum zwischen dem Steinkern und seinem Abdruck in der Gesteinsmasse.

Wichtigkeit der Versteinerungen.

Die Kenntniss der im Schoosse unserer Erde begrabenen versteinerten organischen Reste ist von grosser Bedeutung für die Bestimmung der Alters-Verhältnisse der Gesteins-Massen, welche jene umschliessen. Sie bildet eine unentbehrliche Hülfs-Wissenschaft der Geognosie, die Versteinerungs- oder Petrefactenkunde, auch Paläontologie genannt.

Es ist die Aufgabe der Versteinerungskunde, uns mit den Pflanzen und Thieren bekannt zu machen, welche einst auf der Erde lebten. Wir erfahren, wie bei den verschiedenen Bildungs-Epochen, welche unser Planet durchlaufen, auch verschiedene Pflanzen- und Thier-Geschlechter entstanden und zu Grunde gingen, um einer anderen Flora und Fauna Platz zu machen, welche wiederholt durch eine neue ersetzt wurde. So bietet uns das Studium der fossilen Pflanzen und Thiere die Mittel, einen Blick zurückzuwerfen auf eine Zeit, in welcher unsere Erde mit den ersten lebenden Wesen bevölkert war; es lehrt uns alle die denkwürdigen Veränderungen mit den Floren und Faunen kennen, die von jener Urzeit bis auf die jetzige vor sich gingen.

„Die Erdrinde ist ein grosses Buch; ihre Schichten sind die Blätter desselben; Versteinerungen die Buchstaben des Alphabets, womit es geschrieben, und der Inhalt ist die Geschichte der Schöpfung, von der uns kein lebender Augenzeuge Nachricht geben kann. Aber jene Blätter liegen unvollständig, zerrissen, durcheinander geworfen und verblichen vor uns; manche Lücken lassen sich aus anderen Stellen wieder herstellen; die Interpretation findet weiten Spielraum und die Entdeckung neuer Bruchstücke, welche bisher gefehlt, macht nicht selten die Emendation früherer Einflickungen nothwendig. Das Alphabet, worin das Buch geschrieben, war uns lange fremd; man hatte es verkannt und begann erst zu entziffern und zu begreifen, als man anfing, den Schlüssel dazu in unserer heutigen Natur zu suchen; man nahm mit Verwunderung wahr, dass die Sprache unsere jetzige, dass die Gesetze in beiden die nämlichen und nur die Charaktere des Alphabets allmählig etwas verändert worden seien. **(H. Bronn.)**

Von den Leitfossilien.

Die Zahl der versteinerten Pflanzen und Thiere ist eine ausserordentliche. Deshalb handelt es sich darum, besonders jene Reste kennen zu lernen, vermittelst welcher wir am ehesten in den Stand gesetzt sind, gewisse Steine oder Formationen zu erkennen und zu bestimmen. Dies sind die Leitfossilien. Darunter versteht man jene Versteinerungen, welche ausschliesslich in einer und derselben Gebirgs-Formation in den verschiedensten Welt-Gegenden zu Hause sind und in keiner anderen, weder jüngeren noch älteren wieder getroffen werden. Sie heissen auch, wenn es Pflanzen, Leitpflanzen, wenn es Conchylien: Leitmuscheln. Eine solche Leitmuschel, von dem entferntesten Orte der Erde entnommen, zeigt uns, was für eine Formation dort verbreitet; sie erzählt — wie **A. v. Humboldt** sagt — die Geschichte des Landes.

Als Beispiel einer ächten, weit verbreiteten Leitmuschel möge ein Brachiopode oder Armfüsser, Productus semireticulatus, dienen. Wo die untere Abtheilung der Steinkohlen-Formation, der sog. Kohlenkalk vorhanden, wird auch dies Petrefact nicht fehlen. So in Deutschland bei Ratingen unfern Düsseldorf, bei Stollberg und Cornelimünster in der Gegend von Aachen; bei Hausdorf, Altwasser, Silberberg u. a. O. in Schlesien; bei Visé, Chokier, Namur u. a. O. in Belgien; in England sehr häufig in Yorkshire, Derbyshire, Cumberland; in Irland, besonders bei Dublin; in Spanien in Asturien und in der Sierra Morena; in Russland in den Umgebungen von Moskau, an der Petschora, Dwina; in den Timan-Bergen in der Nähe des Eismeeres; am Donetz im südlichen Russland, an den beiden Abhängen des Urals; im Altai; in Nordamerika überaus häufig; in Südamerika auf der Insel Quebaja im Titicaca-See in Bolivia; bei Sydney in Neuholland.

Vorkommen der Versteinerungen.

Die Versteinerungen sind vorzugsweise in jenen Gesteinen zu Hause, welche neptunische oder sedimentäre heissen und entweder Absätze salziger Wasser (Meeres-Ablagerungen) oder süsser Wasser (Süsswasser-Ablagerungen) sind, zuweilen auch ein Gemenge beider, die sog. Brackwasser-Bildungen.

Es ist in den meisten Fällen anzunehmen, dass die Pflanzen und Thiere, welche wir versteinert finden, an dem Orte ihres Vorkommens lebten; indess wurden auch zuweilen pflanzliche und thierische Reste aus grösseren Entfernungen durch verschiedene Veranlassungen, namentlich durch Strömungen herbeigeführt.

Während Pflanzen besonders in thonigen Schiefern, in Sandsteinen eingebettet sind, finden sich Thiere, zumal Conchylien namentlich in Kalkstein.

Ueberraschend ist die grosse Anzahl von Individuen der nämlichen Species, die sich zuweilen einstellen — eine Erscheinung, die sich fast in allen Formationen wiederholt.

Es ist z. B. das Geschlecht Terebratula in mehreren Formationen durch einige Species von seltener Häufigkeit vertreten; Terebratula vulgaris ist im Muschelkalk in gewissen Gegenden in dem Grade verbreitet, dass ganze Bänke aus dieser Leitmuschel bestehen; ähnlich die Terebratula varians im Jura. Die Gryphaea arcuata bildet in manchen Regionen ganze Haufwerke, ebenso gewisse Species der Geschlechter Ostrea, Nummulites u. a.

Mineralien, welche als Versteinerungs-Mittel vorkommen.

1. Nichtmetallische Mineralien.

Kohlensaurer Kalk ist bei weitem am häufigsten als Versteinerungs-Mittel pflanzlicher und thierischer Reste.

Durch Kalk versteinerte Hölzer sind keineswegs selten. Die Untersuchungen **Göppert's** haben gezeigt, dass solche mit verdünnter Salzsäure behandelt, die organische Faser in verschiedenem Grade des Zusammenhangs zurückliessen. So die mit Kalk erfüllten Hölzer aus dem Kohlenkalk von Glatz, die aus dem Lias bei Kloster Banz, Boll; die von Aidaniel aus der Krim, aus dem Oolith von Whitby, von Craigleith in Schottland, aus der Kohlenformation von Löbejün, das sogenannte Trüffelholz vom Monte Viale bei Vicenza, insbesondere aber die Stigmaria ficoides, deren Gefässe sogar noch ihre Lumina bewahrten, wie es einst nur bei lebenden Pflanzen sein konnte. Aeusserst selten sind jedoch die Kalkhölzer — wie **Göppert** hervorhebt — bis zur gänzlichen Verdrängung der vegetabilischen Substanz, also völlig versteinert; bisweilen ist ein Theil des Stammes durch Krystalle von Aragonit verdrängt, wie z. B. in Hölzern aus dem Trass des Brohlthals, aus dem Kohlenkalk des Glatzischen, aus dem Basalt-Tuff der Gegend von Schlackenwerth in Böhmen. In der Braunkohle in der Gegend von Rennerod in Nassau kommen Holzäste vor, die ihrer Form nach gut erhalten, einzelne aber völlig durch strahligen Kalkspath, der nach der Mitte hin krystallisirt ist, ersetzt, während andere drusig und mit einem verworrenen Aggregat von Kalkspath-Krystallen erfüllt sind.

Die Schalen und Gehäuse der Mollusken erscheinen oft vollständig in Kalkspath umgewandelt und zwar so, dass die Spaltungs-Fläche durch die ganze Schale hindurchläuft. In gleicher Weise zeigen sich die Gehäuse der Echiniden in Kalkspath verändert, indem jede einzelne der die Schale zusammensetzenden Tafeln als ein besonderes Individuum auftritt. Dies ist z. B. der Fall bei Ananchytes, bei Micraster. Auch die Stacheln der Echiniden bilden für sich einzelne Kalkspath-Individuen, aus denen sich die Grundform dieses Minerals mit Leichtigkeit herausspalten lässt; dabei ist oft die Längsaxe der Stacheln der Hauptaxe der Kalkspath-Individuen parallel. Bei den Stielgliedern von Crinoiden, welche in Kalkspath umgewandelt gleichfalls als Individuen auftreten, ist die Hauptaxe des Minerals parallel mit der Röhre in dem Stielglied, dem sog. Nahrungs-Kanal; so bei Pentacrinus, Encrinus. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Kalkspath-Massen der verschiedenen Glieder nur selten in paralleler Stellung getroffen werden.

Ausser dem Kalkspath kommt auch Faserkalk als Versteinerungs-Mittel vor; so von zweischaligen Muscheln, z. B. von Ostreen, insbesondere aber von Belemniten, deren Scheide aus Faserkalk besteht, und zwar in der Art, dass die Fasern senkrecht auf der Axe der Scheide stehen.

Körniger Kalk erscheint als Versteinerungs-Mittel bei Korallen und Mollusken ebenfalls häufig. — Vergleicht man die Petrefacten, bei welchen Kalkspath und körniger Kalk als Versteinerungs-Mittel vorkommen — bemerkt **Blum** — so erlangt man die Ueberzeugung: dass gewisse Geschlechter von Mollusken im Allgemeinen nicht mehr Neigung besassen, durch kohlensauren Kalk verändert zu werden, als andere, sondern dass der Versteinerungs-Process gewiss mehr durch die umschliessende Gebirgsart bedingt war. Lockere Felsmassen, durch welche die Wasser leichter durchdringen können, die zugleich kalkhaltig waren, befördern jenen Process mehr als dichte. So sehen wir z. B. dass in manchen Oolithen, Sandsteinen, thonigen Gesteinen die Veränderung der Schalen zu Kalkspath oder körnigem Kalk viel vollständiger vor sich gegangen, als in manchem dichten Kalkstein.

Quarz ist, nach Kalk, das häufigste Versteinerungs-Mittel; unter den verschiedenen Abänderungen erscheinen namentlich der gemeine Quarz, Hornstein, Chalcedon, Feuerstein; selten Jaspis und Achat.

Am häufigsten sind in Quarz-Masse umgewandelte oder verkieselte Hölzer, sog. Kieselhölzer. Nach den umfassenden Untersuchungen **Göppert's** wurde bei der Umwandelung in Quarz die Pflanzen-Substanz in Braunkohlen- oder Humusartige Masse verwandelt — daher die braune Farbe der meisten versteinerten Hölzer — und nach und nach durch einen Verwesungs-Process entfernt. Indess zeigen die verkieselten Hölzer grosse Mannigfaltigkeit in der Art der Erhaltung. Die in der Steinkohlen-Formation und insbesondere in der Steinkohle selbst vorkommenden sind meist von schwärzlichem, kohlenartigem Aeussern und lassen — nachdem die Kiesel-Substanz durch Flusssäure entfernt — die Holzzellen in noch unterscheidbarem Zustande zurück; dies gilt auch von den in dem sog. Todtliegenden vorhandenen Stämmen. Aber die organische Substanz verliert sich mehr und mehr, je heller und durchscheinender die Hölzer werden, wie solches in den Holzsteinen Ungarns, Böhmens, der Rheinlande der Fall.

In Quarz-Masse umgewandelte thierische Reste sind ebenfalls häufig; aber niemals ist die organische Textur erhalten. Es lassen sich nämlich zwei Arten der Verkieselung unterscheiden: 1) die gewöhnliche, ohne Kiesel-Ringchen. Die ganze Masse des thierischen Körpers ist in Quarz-Substanz umgewandelt. Die Schalen der Mollusken sind auf diese Weise vollständig durch Quarz ausgefüllt, welcher in das Gehäuse eingedrungen; bald ist die kalkige Schale noch erhalten, bald ist sie gänzlich verschwunden, was viel häufiger der Fall. Es verdient Beachtung, dass namentlich bestimmte Schichten gewisser Gebirgs-Formationen vorzugsweise verkieselte organische Reste enthalten, so z. B. in der Jura-Formation, in welcher verkieselte Korallen, Krinoiden, Terebrateln sehr häufig, ferner in der Kreide-Formation, wo zumal Feuerstein als Versteinerungs-Mittel von Echiniden u. s. w. erscheint. 2) Die Versteinerung vermittelst Kieselringchen entsteht, indem die Kieselsäure sich in vielen kleinen runden Scheibchen einstellt. Nach **Bronn** ist dieselbe als eine durch organische Substanz und Textur geleitete Wirkung der Molecular-Attraction zu

betrachten, verbunden mit einer Auswaschung oder Verwitterung der früheren kalkigen Theile. Man hat die Versteinerung durch Kieselscheibchen in verschiedenen Formationen und bei verschiedenen organischen Resten, namentlich an den Gehäusen zweischaliger Muscheln beobachtet.

Opal, namentlich Halbopal, findet sich sehr häufig als Versteinerungs-Mittel, doch wie es scheint ausschliesslich von Pflanzen-Resten (Holzopal). So in einem grossen Theil des Westerwaldes, im Siebengebirge, in Ungarn.

Gyps. Als Versteinerungs-Mittel von Hölzern ist Gyps zu Katscher in Oberschlesien nachgewiesen worden. Dort sind dem Tertiär-Gebirge angehörige Coniferen-Stämme äusserlich ganz in Gyps umgewandelt, im Innern zeigen sie aber noch deutlich die Holzstructur. Auch bei Pavia kommt in Gyps umgewandeltes Holz vor. Von thierischen Resten hat man einige Muscheln der Keuper-Formation, wie Myophoria, Avicula durch Gyps versteinert bei Rottweil, Untertürkheim u. a. O. in Württemberg beobachtet.

Baryt. Als Versteinerungs-Mittel von Holz in Liaskalk bei Mistelgau in Franken und von Coniferenzapfen bei Kreuznach; von Belemniten sehr ausgezeichnet in Sandstein bei Beauregard unfern Nontron (Dep. Dordogne); von Ammoniten aus dem Lias von Whitby und der Gegend von Banz in Baiern. Im Mainzer Becken, wo Baryt in den tiefsten Schichten oft sehr verbreitet, findet man zuweilen die Schalen von Conchylien gänzlich durch Baryt ersetzt; so z. B. von Natica glaucinoides, Pectunculus u. s. w., aber nur Steinkerne oder Abdrücke aus reinem Baryt bestehend. Durch Baryt versteinerte Trilobiten kommen in der Bretagne vor.

Cölestin: sehr verbreitet in der Umgegend von Würzburg und in Thüringen, in den oberen Bänken des Wellenkalkes, als Versteinerungs-Mittel zweischaliger Conchylien. Auch bei Distelhausen (Tauberthal) sind die Schalen im Schaumkalk durch weissen, blätterigen Cölestin ersetzt. — Bei St. Cassian als Versteinerungs-Mittel und Steinkern von Ampullaria in Muschelkalk; bei Monte Viale, im Vicentinischen von Polyparien und Conchylien der Tertiär-Formation.

Strontianit füllt manchmal die Kammern von Ammonites Murchisonae aus und tritt in Schwaben als Versteinerungs-Mittel auf.

Phosphorit erscheint in der devonischen Formation in Nassau als Steinkern von Korallen und Brachiopoden bei Allendorf, Mudersdorf.

Talk ist als Versteinerungs-Mittel mehrorts nachgewiesen, hauptsächlich von Pflanzen; von Farnkräutern (Neuropteris) bei Petit Coeur unfern Moutiers, Piemont; von Haliserites Dechenianus in Grauwackeschiefer bei Astert in Nassau; ferner am Piesberge bei Osnabrück, bei Pittsburg in Pennsylvanien. Von Graptolithen bei Oelsnitz u. a. O. in Sachsen.

Pyrophyllit. Nach **Gümbel** findet sich in Thonschiefern des Fichtelgebirges bei Eberstadt, Neuhammer Pyrophyllit als Versteinerungs-Mittel von Graptolithen.

Meerschaum als Versteinerungs-Mittel von Helix im Tertiär-Gebirge bei Vallecas unfern Madrid.

Schwefel. Bei Teruel in Aragonien sind Pflanzenreste (Chara) und Süsswasser-Conchylien (Planorbis) in Schwefel umgewandelt. In Sicilien als Versteinerungs-Mittel kleiner Fische.

Thonerde als Ausfüllung von Treppengefässen bei Cycadites involutus und Zamites Cordai aus der Steinkohlen-Formation von Radnitz

2. Metallische Mineralien (Vererzungs-Mittel.)

Eisenkies. Wie unter den nichtmetallischen Substanzen kohlensaurer Kalk und Quarz am häufigsten, so unter den metallischen Eisenkies.

Pflanzen-Reste finden sich nicht häufig; z. B. Farnkräuter in der Steinkohlen-Formation des Saarbrückischen. Hingegen thierische Reste: sehr ausgezeichnet Cephalopoden (Orthoceras, Goniatites) in Thonschiefer bei Wissenbach in Nassau; von Ammoniten und andern Mollusken im Liaskalk verschiedener Gegenden Schwabens, Frankens u. s. w.; im Oxfordthon der Normandie.

Thoniger Sphärosiderit enthält sowohl in der Stein- als auch in der Braunkohlen-Formation sehr häufig Abdrücke von Pflanzen, in jener besonders auch von Fischen. Als wirkliches Vererzungs-Mittel tritt das kohlensaure Eisenoxydul seltener auf; so z. B. von Hölzern bei Postelberg in Böhmen in der Braunkohlen-Formation; von Hölzern und Blättern bei Dernbach in Nassau.

Eisenglanz ist bis jetzt nur an einem einzigen Orte, bei Thoste unfern Semur, Departem. Cote d'or, als Vererzungs-Mittel einer zweischaligen Muschel im Lias beobachtet worden.

Rotheisenstein findet sich hingegen sehr ausgezeichnet als Vererzungs-Mittel zahlreicher organischer Reste des Stringocephalen-Kalkes bei Weilburg und Runkel in Nassau. Korallen und Brachiopoden herrschen unter denselben vor; auf ähnliche Weise in Westphalen.

Brauneisenstein findet sich zugleich mit Sphärosiderit in Nassau an den gen. Orten und scheint aus einer Umwandelung desselben hervorgegangen zu sein, wie denn überhaupt der Brauneisenstein meistens kein ursprüngliches Vererzungs-Mittel ist.

Zinkspath ist schon seit geraumer Zeit als Vererzungs-Mittel von Lima striata und Myacites elongatus aus dem Muschelkalk von Tarnowitz in Schlesien bekannt; bei Wiesloch in Baden sind fast sämmtliche Leitmuscheln in Zinkspath umgewandelt, desgleichen Knochen von Nothosaurus.

Blende. In solche umgewandelt fand man bei Singhofen in Nassau die Schalen von Rhynchonella stringiceps und einer Pterinea; ferner eine Koralle, Cyathophyllum, bei Nerthshead unweit Alston in England, so wie Conchylien-Schalen bei Egisdorf am Deister.

Bleiglanz. Man hat denselben bis jetzt beobachtet bei Frankenberg in Hessen im Zechstein als Vererzungs-Mittel von Avicula und einer anderen Bivalve; bei Trappensee unfern Heilbronn im Keuper eine Nucula in denselben umgewandelt; ebenso Pleurotomaria antiqua im Thonschiefer von Wissenbach in Nassau; Scheiden von Belemniten bei le Vigan im Dep. du Gard. Von pflanzlichen Resten ist Holz aus der Gegend von Amberg durch **Blum** beobachtet worden in Bleiglanz umgewandelt; ebenso Farnblättchen in der Steinkohlen-Formation von Zwickau.

Cerussit als Vererzungs-Mittel von Encriniten auf Bleierz-Gängen in Uebergangskalk bei Javorzno unfern Kielce in Polen.

Kupferglanz findet sich sehr schön als Vererzungs-Mittel von Pflanzen-Resten in der Zechstein-Formation bei Frankenberg in Kurhessen. Es sind Holzstücke, Blätter und Früchte von Ullmannia Bronni, längst unter dem Namen der „Frankenberger Kornähren" bekannt.

Kupfer, Kupferkies und Buntkupfererz erscheinen vorzugsweise als

Ueberzüge organischer Reste, namentlich von Fischen im sog. Kupferschiefer im Mansfeldischen, in Hessen u. s. w.

Kupferlasur und Malachit hat man in Coniferen und Lepidodendren des Kupfersandsteins bei Böhmisch-Brod und in den Gouv. von Perm und Orenburg in Russland beobachtet; die Rinde fossiler Baumstämme ist an letzteren Orten oft vollständig in Malachit umgewandelt. — Die Schalen von Schizodus in Zechstein bei Lehndorf im Altenburgischen werden zuweilen durch faserigen Malachit gebildet.

Vivianit als Vererzungs-Mittel von Belemniten findet sich beim Mullica Hill in New-Jersey.

Zinnober als Vererzungs-Mittel von Holz kommt bei Moschel-Landsberg in Rheinbaiern in der Steinkohlen-Formation vor; zuweilen auch als Ueberzug und Anflug auf Fisch-Resten.

Magneteisenerz ist neuerdings von **Peters** als Vererzungs-Mittel eines Corallenstockes (Lithodendron) in dem Eisenerzstock von Morawitza im Banat beobachtet worden.

Uebersicht der fossilen Pflanzen und Thiere*).

A. Pflanzen.

I. Blüthenlose Pflanzen.

1. Zellenkryptogamen. Algen Unter ihnen sind zunächst die Stückelalgen oder Diatomaceen von Bedeutung; mikroskopische, einzellige, mit einem Kieselpanzer bekleidete Pflanzen, welche in grosser Gesellschaft beisammen getroffen werden. Fucoiden (Seetang.) Häutige, lederartige Gebilde, aus einfachen Zellen bestehend. Sie haben meist nur undeutliche Abdrücke hinterlassen oder kommen auch als Steinkerne vor. Es sind Meerespflanzen, die in gewissen Formationen in grosser Menge erscheinen. Zu nennen sind besonders die Geschlechter *Harlania, Halyserites, Chondrites, Sphaerococcites, Cylindrites.* — Hierher gehören auch die sog. Nulliporen, Steinalgen; Meerespflanzen, durch welche ein Umsatz von schwefelsauren Kalksalzen in kohlensaure und deren Abscheidung aus dem Meerwasser bewirkt wird. (Für die Erklärung mancher Kalkfelsen von Bedeutung.) Besonders das Geschlecht *Lithothamnium.* — Characeen, mit *Chara;* fossile Stengel und Früchte.

2. Gefässkryptogamen.

a) Equisetaceen, Schafthalme. Gegliederte Pflanzen, welche sich als Abdrücke oder mit Sand, Thon erfüllte Stämme finden. Besonders die Geschlechter: *Equisetites*, die sog. Riesenschafthalme, cylindrische, gegliederte Stämme, an den Gliedern mit eng anliegender Scheide versehen. *Calamites*, quergegliederte und längsgestreifte Stämme. Als krautartige Formen der Schafthalme sind zu betrachten die ebenfalls gegliederten, mit krautartigem Stengel versehenen Pflanzen: die *Annularia* (Ringpflanze), *Sphenophyllum* (Keilblatt), *Asterophyllites* (Sternpflanze).

b) Farnkräuter. Die Wedel, d. h. die blattartigen, oft gelappten, vielfach

*) Zweck und Raum des Buches gestatten nur eine gedrängte Uebersicht der häufigeren fossilen Reste. Ausführlichere Angaben finden sich in: **Geinitz,** Grundriss der Versteinerungskunde; 1846. **Bronn,** Lethaea geognostica. 3 Bde. 3. Aufl. 1856. **Quenstedt,** Handbuch der Petrefactenkunde. 2. Aufl. 1867.

getheilten Gebilde kommen als sehr gut erhaltene Abdrücke vor. Wichtigste Geschlechter: ***Pecopteris***, ***Neuropteris***, ***Sphenopteris***, ***Odontopteris***, ***Alethopteris***, ***Cyclopteris***, ***Taeniopteris***, ***Danaeopsis***. — Psaronien. Die Stämme von Farnkräutern, theils kraut-, theils baumartigen Formen angehörig. Besonders die Geschlechter ***Psaronius***, ***Tubicaulis***. Die Stämme gewöhnlich verkieselt.

c) Bärlappgewächse (Lycopodiaceen.) Unter diesen sind von grosser geologischer Bedeutung die Lepidodendren oder Schuppenbäume; Stämme, welche sowohl ansehnliche Höhe (bis zu 100 F.) als auch beträchtliche Dimensionen erreichten. Sie besitzen eine Rinde, welche mit Schuppen bekleidet; die Schuppen von rhombischer, elliptischer oder sechseckiger Form. Diese Schuppen sind Blattwülste, das rhombische Wärzchen auf solchen als Blattnarbe; es sitzt bald in der Mitte, bald oberhalb derselben, wie bei ***Sagenaria***; ausser dieser sind häufige Geschlechter: ***Lepidodendron***, ***Lycopodites***. — Nicht minder wichtig sind die Sigillarien oder Siegelbäume. Ansehnliche, von Längsfurchen durchzogene Stämme; zwei Furchen fassen eine Rippe ein, auf der reihenweise geordnete, Siegelabdrücken ähnliche Narben sitzen. Am Grunde nahmen diese Stämme — so bemerkt **Heer** — häufig eine viereckige Form an und hier theilten sie sich in mehrere grosse Wurzeln, die gabelig sich verzweigend, oft bis auf 30 F. sich vom Stamme entfernten. Die Wurzeläste waren dicht mit langen cylindrischen Zasern bedeckt, welche wo sie abgefallen eine runde Warze hinterliessen. Man hatte früher die Wurzeln unter dem Namen ***Stigmaria*** von ***Sigillaria*** getrennt und die Zasern für Blätter genommen, bis man den Zusammenhang erkannte. Es scheint eine Eigenthümlichkeit der Sigillarien zu sein, dass sie häufig nur kurze kuppelförmige Stämme bilden und in dieser Stigmarien-Form grosse Strecken überdeckt haben.

II. Blüthenpflanzen.

1. Nacktsamige, Gymnospermen. Unter ihnen sind die Cycadeen oder Sagobäume von Bedeutung. Baumartige Gewächse mit walzenartigem Stamme; die Blätter finden sich, zugleich mit den Blüthen, büschelweise am Gipfel. In ihrer äusseren Beschaffenheit den Palmen, im Blüthenbau den Zapfenbäumen verwandt. Häufigste Geschlechter: ***Cycadites***, ***Zamites*** und ***Pterophyllum***. — Eine nicht minder wichtige Rolle spielen die Coniferen oder Nadelhölzer, die in zwei Hauptfamilien zerfallen: a) Cypressenartige Nadelhölzer: ***Cupressites***, ***Voltzia***, ***Widdringtonites***, ***Taxodium***, ***Glyptostrobus***. b) Tannenartige Nadelhölzer: ***Pinites***, ***Araucaria***, ***Sequoia***. — Endlich gehören noch hierher die Taxineen, welche statt der Zapfen eine Steinfrucht am Gipfel der Zweige besitzen. ***Podocarpus***.

2. Einsamenlappige, Monocotyledonen. a) Gräser: ***Phragmites***, ***Arundo***. b) Palmen (Fächerpalmen und Fiederpalmen.) ***Palmacites***, ***Flabellaria***, ***Fasciculites***.

3. Zweisamenlappige, Dicotyledonen. Die grosse Zahl der Laubhölzer, deren Auftreten bekanntlich vorzugsweise die neueren Formationen charakterisirt. ***Cupuliferae*** mit ***Quercus*** (Eiche), ***Fagus*** (Buche.) ***Salicineae*** mit ***Salix*** (Weide), ***Populus*** (Pappel.) ***Ulmaceae*** mit ***Ulmus***, ***Planera***. ***Plataneae*** mit ***Platanus***, ***Liquidambar*** (Amberbaum.) ***Betulaceae*** mit ***Betulus*** (Birke), ***Alnus*** (Erle.) ***Laurineae*** mit ***Laurus*** (Lorbeer) und ***Cinnamomum*** (der Kampher- und Zimmtbaum.) ***Proteaceae*** mit ***Dryandra***, ***Banksia***. ***Artocarpeae*** mit ***Artocarpus***. ***Acerineae*** mit ***Acer*** (Ahorn.) ***Juglandeae*** mit ***Juglans*** (Wallnuss.) ***Leguminosae*** (Hülsenfrüchte) mit ***Gleditschia***.

B. Thiere.

I. Phytozoen oder Pflanzenthiere.

1. Spongien oder Seeschwämme. Kugelige, birn-, teller- oder becherförmige Gestalten von schwammiger, poröser Beschaffenheit und zuweilen von nicht unbedeutender Grösse. Es sind die von den Thieren ausgesonderten Korallenstöcke, welche in der fossilen Gebirgswelt eine bedeutende Rolle spielen. Von häufigeren Geschlechtern verdienen Erwähnung: ***Manon***, ***Tragos***, ***Cnemidium***, ***Scyphia***, ***Spongia***, ***Siphonia***.

2. Foraminiferen, auch Rhizopoden oder Polythalamien genannt. Mikroskopische Schalen aus Kalk, seltener aus Kieselsäure bestehend, die in gewissen Formationen in ausserordentlicher Menge, ganze Gesteins-Massen bildend, erscheinen. Man unterscheidet verschiedene Ordnungen; besonders sind zu nennen: a) Monostega, einkammerige mit ***Orbulina***, ***Fissurina***; b) Stichostega, reihenkammerige, mit ***Nodosaria***, ***Dentalina***, ***Frondicularia***; c) Helicostega, Schneckenkammerige, mit ***Cristellaria***, ***Flabellina***, ***Operculina***, ***Fusulina***, ***Siderolites***, ***Nummulites***, ***Alveolina***, ***Rotalia***; d) Entomostega, schnittkammerige mit ***Amphistegina***; e) Enallostega, wechselkammerige mit ***Textilaria*** und f) Agathistega, knäuelkammerige mit ***Milites***, ***Biloculina***, ***Triloculina***. Als ein ungewöhnliche Grösse erreichendes Foraminiferen-Geschlecht ist noch besonders ***Receptaculites***, ferner ***Dactylopora*** zu nennen.

3. Polypen oder Korallen. Die von den Polypen ausgeschiedenen Korallenstöcke liefern einen nicht geringen Beitrag zur Zusammensetzung der Kalkgebirge. Zunächst die Mooskorallen: ***Eschara***, ***Ceriopora***, ***Fenestella***, ***Retepora***, ***Cellepora***, meist zierliche, überrindete Stöcke. Ferner ***Aulopora***, ***Chaetetes***; ansehnliche Dimensionen erreichen ***Calamopora***, ***Favosites***, ***Heliopora***, ***Halysites***, ***Syringopora***, ***Astrea***, ***Caryophyllia***, ***Thecosmilia***, ***Turbinolia***, ***Cyclolites***, ***Cyathophyllum***, ***Calceola***, ***Amplexus***. — Eine besonders wichtige Familie: ***Graptolithus***.

4. Echinodermen oder Strahlthiere. Sie werden charakterisirt durch die von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt auslaufende, strahlenförmige Bildung, wobei die Zahl fünf eine wichtige Rolle spielt, indem häufig eine Anordnung nach derselben stattfindet. a) Krinoiden. Es sind dies Strahlthiere, welche das ganze Leben hindurch (oder in der Jugend) durch einen Stiel oder unmittelbar mit der unteren Seite des Körpers angewachsen sind und welche meist strahlenförmige Verzweigungen des Körpers, sog. Arme, vom unteren Pole des Körpers aus entwickeln. Der Körper besteht gewöhnlich aus zwei Theilen: einer die weichlichen Theile des Körpers umschliessenden, aus kleinen kalkigen Tafeln gebildeten Schale, dem Kelch, und einem stielförmigen, mit dem unteren Ende angehefteten, mit dem oberen Ende den Kelch tragenden Theile, die Säule genannt. Es gewinnen diese Krinoiden Aehnlichkeit mit einer gestielten Blume, daher der Name Seelilien. Die Stielglieder der Krinoiden kommen überaus häufig vor ganze Schichten erfüllend, die sog. Encrinitenkalke bildend. Nach **F. Römer** zerfallen die Krinoiden in: 1) Actinoiden, d. h. Krinoiden mit grossen gefiederten Armen, ächte Krinoiden. Hierher gehören die Geschlechter: ***Apiocrinus***, ***Pentacrinus***, ***Encrinus***, ***Cyathocrinus***, ***Actinocrinus***, ***Platycrinus***, ***Rhodocrinus***, ***Eugeniacrinus***, ***Decacnemus***; 2) Cystideen, d. h. Krinoiden, bei welchen an dem kugeligen Kelche die Arme entweder ganz fehlen oder schwach entwickelt sind. ***Echinosphaerites***, ***Caryocrinus***, ***Echinocrinus***, ***Agelacrinus***; 3) Blastoideen, d. h. Krinoiden, bei welchen die Weichtheile des Thieres in einem arm-

losen, ringsumschlossenen Kelche mit wenig Oeffnungen befindlich, der sich durch die Säule an andere Körper anheftet. *Pentatrematites, Elaeocrinus, Codonaster.* — b) Echinoiden oder Seeigel. Die geschlossene Schale besitzt verschiedene Form und besteht aus pentagonalen Platten. Stets sind zwei Oeffnungen vorhanden, von welchen die eine, die sog. Mundöffnung, immer auf der unteren Seite, die andere, die Afteröffnung, eine verschiedene Lage hat. Vom Gipfel der Schale laufen bis zum Munde die kleinen Platten in Reihenpaaren, fünf schmalere mit fünf breiteren abwechselnd. Die schmäleren Reihenpaare besitzen einfache oder doppelte Reihen kleiner Löcher, durch welche bei Lebzeiten das Thier armartige Organe hervorstreckte. Auf der Oberfläche der Schale befanden sich oft kleine Warzen, welche mit Stacheln besetzt waren und nach dem Tode des Thieres herabfielen. Diese Echiniden-Stacheln sind wegen ihres häufigen Vorkommens von besonderer Bedeutung. **Desor** bringt die Echinoiden in folgende Abtheilungen: 1) Endocyclae, mit den Familien Tesselati und Cidaridae; 2) Exocyclae, mit den Familien Galeritidae, Dysasteridae, Clypeasteridae, Cassidulidae, Spatangidae.

II. Mollusken oder Weichthiere.

Schleimige Thiere die in einen weichen Hautlappen, den Mantel, eingehüllt. Die meisten scheiden eine Kalkschale aus.

1. Brachiopoden oder Armfüsser. Kopflose Mollusken; zur Seite des Mundes stehen zwei gefranzte Arme. Die Weichtheile des Thieres werden von einer zweiklappigen, symmetrischen Schale umschlossen, welche sich durch eine Ebene in zwei gleiche Hälften nach rechts und links theilen lässt. Unter den zwei Klappen der Schale ist die eine gewöhnlich länger, stärker gewölbt, an der Spitze durchbohrt; sie heisst Bauchklappe (Ventralklappe), die kleinere heisst die Rückenklappe (Dorsalklappe). Die Brachiopoden sind Meeresbewohner. Man kennt etwa 1300 fossile Species. Unter den wichtigeren Geschlechtern sind zu nennen: *Terebratula, Spirifer, Orthis, Strophomena, Leptaena, Uncites, Stringocephalus, Pentamerus, Productus, Rhynchonella, Camarophoria, Chonetes, Crania, Lingula.*

2. Pelecypoden, auch Conchiferen genannt, Muscheln. Kopflose Mollusken mit zweiklappiger Schale, die aber nicht in symmetrische Hälften theilbar. Im Innern der Schale befinden sich kleine Erhöhungen und Vertiefungen, die sog. Schlosszähne und Schlossgraben, die das Schloss bilden und durch im Innern der Schale angeheftete Muskeln das Thier die Schale zu öffnen oder schliessen in den Stand setzten. — Es sind an die 5000 fossile Arten bekannt, deren Mehrzahl Meeresbewohner. Je nachdem man im Inneren nur einen Muskel-Eindruck oder zwei bemerkt, werden die Pelecypoden in zwei Hauptabtheilungen gebracht.

a) Monomyarier, Einmuskelige. Zu ihnen gehören von wichtigeren Familien und Geschlechtern:

Ostraceen, Austern mit *Ostrea, Gryphaea, Exogyra* und *Anomia.*
Pectineen, Kammmuscheln mit *Pecten, Lima, Spondylus, Plicatula, Hinnites.*
Malleaceen mit *Perna, Gervillia, Bakevellia, Inoceramus, Posidonomya.*

b) Dimyarier, Zweimuskeler, mit:

Aviculaceen, mit *Avicula, Monotis, Halobia, Pterinea.*
Mytilaceen mit *Mytilus, Congeria, Modiola, Myoconcha, Pinna.*

Myophorinen mit *Myophoria*, *Trigonia*, *Schizodus*.

Arcaceen mit *Arca*, *Cucullaea*, *Pectunculus*, *Nucula*, *Leda*.

Chamaceen mit *Chama*, *Diceras*.

Rudisten mit *Caprotina*, *Hippurites*, *Radiolites*, *Sphaerulites*.

Najaden (Flussmuscheln) mit *Unio*, *Margaritana*, *Spatha*; und Cycladen mit *Cyclas*, *Cyrena*.

Carditinen mit *Cardinia*, *Cardita*, *Astarte*.

Cardiaceen mit *Cardium*, *Megalodon*, *Cardiola*, *Cypricardia*, *Isocardia*.

Lucinien mit *Lucina*, *Axinus*, *Corbula*.

Crassatelinen mit *Crassatella*.

Cytheriden mit *Cytherea*, *Cyprina*, *Venus*.

Mactraceen mit *Mactra*, *Amphidesma*, *Lutraria*.

Corbulaceen mit *Corbula*.

Myaciden mit *Myacites*, *Trigonodus*, *Solen*, *Panopaea*, *Pholadomya*, *Goniomya*.

Anatinen mit *Anatina*, *Thracia*, *Cercomya*, *Gresslya*.

Pholadiden, Bohrmuscheln mit *Pholas*, *Teredo*, *Fistulana*.

Clavagelliden mit *Clavagella*.

3. Gasteropoden oder Bauchfüsser, Schnecken; besitzen einen Kopf mit Augen, mit zwei oder vier Fühlern, bewegen sich auf einer am Bauche befindlichen fleischigen Scheibe. Das einschalige, einkammerige Gehäuse ist um eine mittlere Axe schraubenförmig, gewöhnlich rechts gewunden und zeigt sehr verschiedene Gestalten; bald flache, teller- oder scheibenförmige, bald rundliche, kugelförmige, bald gestreckte, kegel- bis thurmförmige. Grosse Zahl der Geschlechter (über 200) und Arten (über 6000). Unter den häufigeren Familien mit ihren Geschlechtern sind zu nennen:

Fissurelliden, schüsselförmige Schale: *Fissurella*, *Emarginula*.

Vermetiden: *Vermetus*, *Siliquaria*.

Capuliden, Mützenschnecken: *Capulus*, *Pileopsis*, *Hipponix*, *Crepidula*, *Infundibulum*, *Calyptraea*.

Involuta: *Cypraea*, *Oliva*, *Ancillaria*.

Conoideen, Kegelschnecken: *Conus*.

Volutaceen, Faltenschnecken: *Voluta*, *Mitra*.

Purpurinen, Purpurschnecken (sie sonderten einen rothen Saft aus): *Fusus*, *Pleurotoma*, *Pyrula*, *Fasciolaria*, *Murex*, *Cassis*, *Buccinum*.

Alata, Flügelschnecken: *Strombus*, *Pteroceras*, *Rostellaria*, *Chenopus*.

Cerithaceen: *Cerithium*, *Nerinea*.

Plicaceen: *Tornatella*, *Volvaria*, *Actaeonella*.

Trochoideen, Kreiselschnecken: *Turritella*, *Scalaria*, *Turbo*, *Trochus*, *Holopella*, *Solarium*, *Pleurotomaria*, *Schizostoma*, *Bellerophon*, *Porcellia*, *Murchisonia*.

Naticeen: *Natica*, *Ampullaria*.

Neritaceen: *Nerita*, *Neritina*, *Pileolus*.

Potamophila, Flusskiemenschnecken: *Valvata*, *Paludina*, *Melania*, *Melanopsis*, *Litorinella*.

Pulmonata, Lungenschnecken (Süsswasser- oder Landbewohner); *Helix*, *Succinea*, *Pupa*, *Clausilia*, *Limnaeus*, *Planorbis*, *Cyclostoma*, *Strophostoma*.

4. Pteropoden oder Flossenfüssler. Diese Mollusken — welche gegenwärtig noch in grosser Zahl die hohen Meere bewohnen — besitzen eine lange, pyramidale,

kegel- oder röhrenförmige Schale, die sehr dünn und zerbrechlich, daher zur Erhaltung wenig geeignet. *Tentaculites, Conularia, Coleoprion, Theca.*

5. Cephalopoden oder Kopffüsser. Werden deshalb so benannt, weil ihre Füsse oder Arme auf dem Kopf in einem Kreise um den Mund stehen; sie dienen sowohl zum Ergreifen der Nahrung, wie zur Bewegung. Die Cephalopoden gehören mit wenigen Ausnahmen *(Nautilus)* ausgestorbenen Geschlechtern an und sind von grosser geologischer Bedeutung. Die Cephalopoden werden, je nachdem ihre Athem-Werkzeuge in vier oder zwei von dem Mantel umschlossenen gefiederten Kiemen bestehen, in Tetrabanchiata und Dibranchiata eingetheilt.

A. Tetrabranchiata. Die sehr zahlreichen, büschelförmig angeordneten Arme besitzen keine Saugnäpfe, sondern endigen mit zurückziehbaren Fühlern. Röhrenförmiges, gekammertes Gehäuse; die letzte, grösste Kammer nahm das Thier ein (Wohnkammer.) Die einzelnen Kammern sind mit einander durch einen fleischigen Strang (Sipho), der von einer kalkigen Röhre umgeben, verbunden.

a) Nautileen. Die Ränder der concaven Kammer-Wände sind gerade oder nur sanft gebogen; der Sipho liegt in der Median-Ebene zwischen Bauch- und Rückenseite. Die wichtigsten Geschlechter sind:

Orthoceras, gerade, kegelförmige Schale, von Zoll-Länge bis zu ein Paar Fussen. Der Sipho bald in der Mitte, bald seitlich, bald am Rande. Zahlreiche Arten.

Gomphoceras, Gehäuse gerade oder wenig gekrümmt, birnförmig. Sipho meist seitlich.

Cyrtoceras, schief kegel- oder bogenförmiges Gehäuse; Sipho meist nahe am Rücken.

Gyroceras, in einer Ebene spiralförmig gewundenes Gehäuse. Sipho zwischen Mitte und Rücken.

Phragmoceras, Sipho auf der Bauchseite, rundliche Formen, oft ansehnliche Grösse erreichend.

Trochoceras, den Turriliten ähnliche Formen.

Lituites, das Gehäuse erst spiralförmig gewunden, dann gerade gestreckt; Sipho meist in der Mitte.

Nautilus. Das symmetrische Gehäuse aus mehreren, in der nämlichen Ebene gewundenen, sich berührenden Umgängen bestehend. Sipho in der Median-Ebene zwischen Bauch- und Rückenseite. Zahlreiche Arten.

Clymenia. Scheibenförmiges Gehäuse spiralförmig in einer Ebene gewunden, die Umgänge sich stets berührend. Sipho dicht an der Bauchseite. Das Gehäuse auf seiner Oberfläche zart quer gestreift.

b) Ammoneen. Schale spiral, vielkammerig mit am Rande stark bognigen Scheidewänden, deren Bogen wenigstens sechs von der Seite der Mündung her vertiefte „Lappen" und eben so viele erhöhte Sättel zwischen denselben bilden. Der Sipho ist völlig dorsal und immer in einem der Mittel-Linie des Rückens entsprechenden unpaarigen Lappen, „Dorsal-Lobus", gelegen, der sich aber dicht um den Sipho vorwärts gegen die Mündung etwas erhebt, so dass am Rücken des Kerns der Rücken-Lobus zweitheilig oder zweiarmig erscheint. Auf diesen folgen jederseits ein grösster oberer und ein unterer Seitenlappen und auf der Mittellinie des Bauches noch ein Bauchlobus, mithin im Ganzen sechs Lappen oder Loben, welche durch eben so viele rundliche Erhöhungen oder Sättel der Scheidewände von einander geschieden werden; jederseits nämlich durch einen Rücken-, Seiten- und Bauchsattel.

Goniatites. Das symmetrische, bald scheiben-, bald kugelförmige Gehäuse ist gebildet aus in einer Ebene spiralförmig aufgerollten Umgängen. Die Nähte der Kammerwände winkelig oder buchtig. Die Oberfläche der Schale quer gereift. Einfache Skulptur der Schale und geringe Grösse — meist nicht über zwei Zoll im Durchmesser — charakterisirt die Goniatiten.

Bactrites. Gehäuse gerade, klein. Sipho randlich.

Ceratites. Scheibenförmiges Gehäuse; Sättel und Loben ungetheilt. Die Nähte nur an den Lappen gezähnelt.

Ammonites. Die Nähte mit ihren sechs vollzähligen Loben und Sätteln zerspalten und an den Seitenwänden gezähnelt, die Zähne gerundet. Ausserordentliche Zahl der Arten; man kennt über 600, die wieder in mehrere Familien gebracht werden.

Hamites hat ein hufeisenförmig gebogenes Gehäuse.

Crioceras ganz getrennte, in einer Ebene liegende Umgänge.

Toxoceras bogenförmig gekrümmte Schale.

Ancyloceras. Die Schale zuerst spiralförmig gewunden, dann gerade ausgehend und sich zuletzt im Halbkreis gegen den Anfang zurückkrümmend.

Ptychoceras. Schale erst gerade, alsdann im Halbkreis sich wieder zurückkrümmend.

Scaphites. Erst spiralförmig gewundene, dann fast gerade verlängerte, hierauf wieder bogenförmig zurückgekrümmte Schale.

Baculites. Gerade, gestreckte Schale.

Turrilites. Thurmförmig gewundene Schale.

B. Dibranchiata.

Belemnites. Aus drei Theilen bestehende Schale. Der innere heisst Alveolit, ist von kegelförmiger Gestalt, gekammert, die einzelnen Kammern von Uhrglas-Form, gegen die Spitze des Kegels convex. Am Rande der Sipho. Der äussere Theil heisst Scheide, von länglicher, unregelmässig kegelförmiger Gestalt; besteht gewöhnlich aus Faserkalk, die Fasern senkrecht auf die Längsaxe. Der dritte Theil war eine papierdünne, körnige Schale, zwischen der Scheide und dem Alveoliten befindlich. Diese Schale oder Dute, in welcher der Alveolit lag, kommt nur sehr selten vor; der Alveolit ist weniger selten, gewöhnlich findet sich nur die Scheide. Die zahlreichen Arten von Belemnites (man kennt über 100) werden noch in weitere Abtheilungen gebracht.

Belemnitella. Unterscheidet sich von *Belemnites* durch einen Spalt, welcher an der Stelle der Basalrinne der Scheide letztere ganz durchschneidet.

Hierher gehören noch *Loligo, Lolignites, Sepia, Onychoteuthis, Acanthoteuthis,* von welchen hauptsächlich Schulpen und Tintenbeutel vorkommen.

III. Gliederthiere.

1. Anneliden oder Würmer. Im Allgemeinen in geologischer Beziehung von geringer Bedeutung, diejenigen ausgenommen, welche sich gleich den Mollusken ein kalkiges Gehäuse aussondern. Wichtigere Familien:

Tubicolae, Röhrenwürmer. *Serpula.*

Turbellaria mit *Nemertites.*

Antenuata mit *Nereites.*

2. Insecten. Obwohl sie in gewissen jüngeren Formationen in Menge vor-

kommen, sind sie für deren Bestimmung nicht von Bedeutung. a) Coleopteren oder Käfer. b) Hymenopteren oder Hautflügler; unter ihnen besonders Ameisen. c) Orthopteren oder Geradflügler. d) Neuroptera oder Netzflügler (Libellen). e) Dipteren, Zweiflügler (Fliegen).

3. Spinnen. Skorpionen und eigentliche Spinnen.

4. Crustaceen, Krebse.

a) Entomostraceen, Schalenkrebse. Unter ihnen die Familien der Poecilopoden mit *Limulus;* die Phyllopoden oder Blattfüsser. Zu ihnen gehören die Trilobiten, so genannt wegen der Dreilappigkeit ihres Körpers. Er besteht aus dem zwei symmetrisch gestellte Augen tragenden Kopfschilde; aus einem gegliederten Rumpf und dem Schwanzschild. Sie besassen das Vermögen sich einzurollen, d. h. so zu krümmen, dass die Weichtheile der Unterseite des Körpers durch die feste Schale der Rückenseite völlig umschlossen wurden. Die Trilobiten sind eine ausgestorbene Kruster-Ordnung mit zahlreichen Geschlechtern und Arten. Zu den Blattfüssern gehören auch noch kleine Schalenkrebse, *Estheria* (früher zu den Muscheln gestellt) und *Leaia.* Lophyropoden oder Büschelfüsser; unter ihnen sind besonders sehr kleine Muschelkrebse wichtig, welche meist gesellig in grosser Anzahl in süssem (aber auch salzigem) Wasser lebten: *Cypris*, *Cytherina*, *Bairdia*, *Cypridina.* — Ferner die Cirripedier oder Rankenfüsser mit *Pollicipes, Balanus;* endlich

b) Malacostraceen, eigentliche Krebse. Unter ihnen die Decapoden, Zehnfüsser, mit *Cancer, Pemphix, Glyphaea, Eryon, Astacus, Pagurus, Mecochirus, Penaeus;* und der zierliche wohl zu den Amphipoden gehörige *Gampsonyx.*

IV. Vertebrata oder Wirbelthiere.

1. Fische. Zerfallen in drei Abtheilungen:

a) Selachier oder Knorpelfische. Unter ihnen besonders die Haifische: *Carcharias*, *Lamna*, *Otodus*, *Oxyrhina*, *Notidanus*, *Corax*, *Hemipristis;* ferner die Hybodonten: *Hybodus;* Cestracionten: *Acrodus*, *Ptychodus*, *Strophodus;* die Rapaceen (Rochen): *Aetobatis*, *Myliobatis*, *Cyclobatis;* Chimaerinen: *Chimaera*, *Ceratodus;* endlich *Acanthodes.*

b) Ganoiden oder Eckschupper. Zu den sog. Heterocercen oder ungleichschwänzigen gehören: *Palaeoniscus*, *Amblypterus*, *Pygopterus*, *Platysomus*, *Megalichthys*, *Saurichthys*, *Holoptychius*, *Cephalaspis*, *Coccosteus* u. a.; zu den Homocercen oder gleichschwänzigen: *Lepidotus, Dapedius, Ptycholepis, Pholidophorus, Semionotus, Gyrolepis, Gyrodus, Pycnodus, Caturus*, *Pachycormus, Leptolepis.*

c) Teleostei oder Knochenfische. (Die Ctenoiden, Kammschupper und Cycloiden oder Glattschupper von **Agassiz.**) *Leuciscus*, *Esox*, *Clupea*, *Tinca; Rhombus; Palaeorhynchum* und *Anenchelum; Perca*, *Smerdis*, *Beryx*, *Cottus.*

2. Amphibien.

a) Schildkröten; selten: *Testudo*, Landschildkröte; Sumpfschildkröten: *Emys*, *Chelydra;* Seeschildkröten: *Chelonia.*

b) Schlangen; von geringer Bedeutung: *Palaeophis*, *Coluber.*

c) Batrachier. Froschlurche, ohne Schwanz: *Rana*, *Latonia*, *Palaeophrynus.* Schwanzlurche: *Salamandra.*

d) Saurier. Von grosser geologischer Bedeutung. Unter ihnen besonders: *Archegosaurus*, *Proterosaurus*, *Nothosaurus*, *Zanclodon*, *Megalosaurus*, *Iguanodon*, *Hylaeosaurus*, *Mosasaurus*; *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus*; der Flugsaurier *Pterodactylus*.

3. Vögel. Unter den wenigen verdient Erwähnung: *Archaeopteryx*.

4. Säugethiere.

Zerfallen in zahlreiche Ordnungen, unter den geologisch wichtigeren sind besonders: a) Beutelthiere mit *Didelphis*. b) Cetaceen, Walle: *Halianassa*, *Zeuglodon*. c) Wiederkäuer: *Bos*, *Cervus*. d) Einhufer: *Equus* und *Hippotherium*. Namentlich sind aber bedeutend: e) die Pachydermen oder Dickhäuter. *Elephas* (Mammuth), *Mastodon* (Zitzenzahn), *Dinotherium*, *Rhinoceros* (Nashorn), *Hippopotamus* (Flusspferd), *Tapir*, *Sus*, *Palaeotherium*, *Anoplotherium*, *Anchitherium*, *Anthracotherium*. f) die Edentaten, Zahnlose: *Megatherium*, *Mylodon*. g) Raubthiere: *Felis*, *Hyaena*, *Ursus*. h) Vierhänder: Affen.

Zweiter Theil.

Geologie oder Entwickelungs-Geschichte der Erde.

Einleitung.

Von den Gebirgs-Formationen.

Unter Gebirgs-Formation hat man eine Anzahl von Gebirgs-Gliedern zu verstehen, welche in den verschiedensten Welt-Gegenden, wo man solche beobachtete, eine grössere oder geringere Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften wahrnehmen lassen, als da sind: Massen-Beschaffenheit, Structur, Lagerungs-Verhältnisse und — wenn solche überhaupt vorhanden — Aehnlichkeit der organischen Reste. Durch eben diese Uebereinstimmung kann man aber schliessen, dass derartige Gebirgs-Formationen unter gleichen Bedingungen gebildet worden und besonders wenn sie die nämlichen Versteinerungen enthalten, auch ziemlich gleichzeitig entstanden sind.

Einer Gebirgs-Formation gehören nicht allein die vorherrschenden, sondern auch die untergeordneten Gebirgs-Glieder an; wenn auch jene, wegen ihrer grösseren Verbreitung, den Typus einer ganzen Formation bedingen, können diese, ungeachtet ihres beschränkten Auftretens, oft recht characteristisch werden.

Die Gebirgs-Formationen werden je nach der durch ihre wahrscheinliche Entstehungs-Weise bedingten Art des Auftretens und anderweitigen Merkmalen eingetheilt in:

1) Azoische Formations-Gruppe,
2) sedimentäre Formationen,
3) eruptive Formationen.

Die azoische Formations-Gruppe wird so genannt, weil mit Sicherheit noch keine organische Reste in derselben nachgewiesen sind; sie bildet die Unterlage der übrigen, das eigentliche Grund-Gebirge. Es sind die vorherrschenden Gebirgs-Glieder meist deutlich geschichtete Silicat-Gesteine von Schiefer-Structur, ohne organische Reste. Allenthalben, wo man zu grösseren Tiefen in das Innere der Erde eingedrungen, ist man auf Gesteine gestossen, welche den azoischen Formationen angehören.

Die sedimentären Formationen sind durch Wasser abgelagerte Gebirgs-Glieder, welche meist deutliche Schichtung besitzen und — wo keine besonderen Störungen eintraten — in regelmässiger Lagerung, Schicht auf Schicht übereinander ihre Stelle einnehmen, so dass die untersten als die zuerst abgelagerten oder ältesten, die obersten als die zuletzt abgelagerten oder jüngsten zu betrachten. Eine sedimentäre Formation ist oft über bedeutende Flächenräume ausgebreitet und alle ihr angehörigen Glieder — die vorherrschenden und die untergeordneten — sind als die Ergebnisse mehr oder weniger gleichzeitiger Bildungen anzusehen. Diese Gleichzeitigkeit lässt sich aber nicht aus den petrographischen Verhältnissen ermitteln; sie ist vielmehr auf das Vorkommen organischer Reste gegründet. Es hat nämlich die Untersuchung der zahlreichen Versteinerungen von den tiefsten, also ältesten Schichten, welche solche enthalten, bis auf die in den obersten oder jüngsten Gesteins-Bildungen eingeschlossenen gezeigt: dass die in den ältesten Schichten mehr oder weniger untereinander gleich sind; hingegen verschieden von denen in höheren oder jüngeren Gesteinen und diese wieder abweichend von in noch höheren oder noch jüngeren vorkommenden. Hieraus ergibt sich, dass Sedimentär-Formationen von gleichem Alter durch gleiche Versteinerungen characterisirt werden, und dass demnach mehrere solcher durch verschiedene Petrefacten bezeichneter Formationen vorhanden.

Vergleicht man aber die organischen Reste aller dieser Formationen untereinander, so gelangt man zum Schluss: dass die Flora und Fauna auf unserer Erdoberfläche zu Zeiten eine verschiedenartige gewesen sei, wie sie nur stets als das Werk verschiedener aufeinander folgenden Perioden hervorgehen konnte; dass ferner das ganze Auftreten von Pflanzen und Thieren durch diese Reihe von Perioden eine unverkennbare Entwickelung beurkundet, ein Fortschreiten vom Niederen und Unvollkommneren zum Höheren und Vollkommneren.

Die grosse Bedeutung der Versteinerungen für die Bestimmung der sedimentären Formationen und ihrer gegenseitigen Alters-Verhältnisse ist hieraus ersichtlich. Indess darf man keineswegs annehmen, dass der Unterschied zwischen den einzelnen Formationen ein sehr scharfer und schroffer, dass in jeder nur bestimmte Petrefacten vorkämen; im Gegentheil sind oft die einzelnen Formationen durch mannigfache Uebergänge mit einander verbunden und es erscheinen sogar Individuen der nämlichen Species in verschiedenen Formationen, während allerdings stets die Mehrzahl der organischen Reste einer einzigen angehört. Unter diesen sind nun die oben bereits als leitenden, als „Leitpflanzen", als „Leitmuscheln" hervorgehobenen von grösster Wichtigkeit, da sie einzig und allein in einer Formation, in solcher aber in den verschiedensten Gegenden der Welt getroffen werden.

Parallel-Formation. Es wurde oben bereits bemerkt, dass für die Bestimmung der sedimentären Ablagerungen die petrographischen Charactere durchaus unzureichend. Denn gar nicht selten werden die nämlichen Petrefacten in Gesteinen von sehr verschiedener petrographischer Beschaffenheit, hier in Kalksteinen, dort in Thonen, an einem dritten Ort in Sandsteinen getroffen. Solche durch ihre organischen Reste als gleichzeitige Bildungen characterisirte Ablagerungen pflegt man auch als Parallel-Formationen zu bezeichnen.

Etagen. Die meisten Sedimentär-Ablagerungen lassen sich auch in Unterabtheilungen bringen, in denen bestimmte Leitfossilien herrschen, welche tieferen oder höheren Regionen der Formation fehlen. Solche Abtheilungen heissen Etagen, Stockwerke und Formations-Glieder. Zuweilen sind gewisse Schichten, die keine grosse Mächtigkeit, aber eine nicht unbedeutende Verbreitung besitzen, durch einige wenige sehr bezeichnende Versteinerungen, auch durch ihre Massen-Beschaffenheit allenthalben leicht wieder zu erkennen; sie werden als „geognostische Horizonte" bezeichnet.

Ein Beispiel bietet der sog. Flammen-Dolomit in der Lettenkohlen-Formation.

Formations-Gruppen. Gewisse Formationen zeigen sich theils durch ihre Gesteins-Beschaffenheit, theils durch ihre organischen Reste mehr oder weniger mit einander verbunden, aber von älteren und jüngeren durch eben diese gemeinschaftlichen Merkmale schärfer geschieden; sie heissen Formations-Gruppen. Es finden sich namentlich je drei auf solche Weise zu einer „Trias" verbunden.

Während der Ablagerung der sedimentären Formationen war die Oberfläche der Erde ein Schauplatz steten Wechsels. Wo in der einen Periode ein tiefes Meer herrschte, da war in einer andern vielleicht eine Insel, in einer späteren trockenes

Land, in einer noch späteren waren Berge und Gebirge vorhanden. Diese Veränderungen wurden durch Hebungen und Senkungen bedingt, welche zu wiederholten Malen statt hatten, durch das Empordringen eruptiver Massen hervorgerufen. Solche Katastrophen veranlassten bald hier, bald dort eine Unterbrechung oder Störung in der Ablagerung der sedimentären Massen, weshalb auch wohl nirgends sämmtliche geschichtete Formationen in ihrer ganzen Reihenfolge vorhanden sein dürften. Man findet im Gegentheil häufig Formationen von sehr verschiedenem Alter unmittelbar auf einander abgelagert, z. B. Tertiär-Gebilde auf Schichten des Steinkohlen-Gebirges; es fehlt also hier eine ganze Reihe von Formationen, ein Beweis, dass in jenen Gegenden längere Zeit trocknes Land war, während sich in nachbarlichen oder entfernteren Meeren eben diese fehlenden Schichten mit den in ihnen enthaltenen organischen Resten niederschlugen. Auch was die Verbreitung der einzelnen Formationen auf der Erdoberfläche betrifft, herrschen keine bestimmten Gesetze; während z. B. die Kreide in verschiedenen Welttheilen beträchtliche Flächenräume bedeckt, scheint der Muschelkalk vorzugsweise auf Europa beschränkt. Manche Formationen treten nur in wenigen Gegenden, oft nur in geringer Verbreitung, als lokale oder örtliche auf, wie z. B. das sog. Wälder-Gebilde. Noch andere erscheinen in gewissen Regionen unter ungewöhnlichen, abweichenden Verhältnissen, petrographischen und paläontologischen, wie dies bei mehreren Formationen in den Alpen der Fall.

Die eruptiven Formationen umfassen alle diejenigen Gesteine, welche aus dem Erdinnern heraufgedrungen sind. Wie die Ablagerung der sedimentären Gebilde in verschiedenen Perioden statt hatte, ebenso erfolgte das Hervorbrechen eruptiver Massen zu wiederholten Malen in verschiedenen Epochen. Sie bahnten sich ihren Weg nicht allein durch die primitiven Formationen, sondern auch durch manche sedimentäre. Aus den gegenseitigen Lagerungs-Verhältnissen zwischen letzteren und den „Ausbruch-Gesteinen" lässt sich auf das Alter dieser schliessen.

Die zu einer eruptiven Formation gehörigen Gesteine werden nicht wie die sedimentären durch Petrefacten — denn sie enthalten keine — sondern durch ihre mineralogische Beschaffenheit, und zwar durch diese äusserst scharf characterisirt. Alle zur nämlichen Formation gehörigen eruptiven Gebilde bestehen aus den nämlichen Mineralien. Was die gegenseitigen Alters-Verhältnisse derselben und ihre Beziehungen zu den sedimentären Gebirgsmassen betrifft, so entscheidet hier namentlich die Lagerung. Alle eruptiven Gesteine, welche andere — es seien gleichfalls eruptive oder sedimentäre — in der Form von Decken, Plateaus, Kuppen oder Strömen bedecken, sind von jüngerem Alter; ebenso alle, welche andere Massen als Gänge oder Stöcke durchsetzen, oder sogar Ausläufer in nachbarliche Gesteine aussenden, auch Bruchstücke derselben einschliessen. Andererseits sind alle Sedimentär-Formationen jünger als eruptive, wenn sie solche in

grosser horizontaler Ausdehnung bedecken und — was eben nicht selten der Fall — Bruchstücke derselben einschliessen.

Aus der Untersuchung der Alters-Verhältnisse zwischen eruptiven und sedimentären Gebirgsmassen geht aber namentlich ein sehr unzweideutiger Beweis für das verschiedene Alter einer und derselben eruptiven Formation hervor, das heisst, dass in verschiedenen Perioden Erguss, Empordringen des nämlichen Materials statt hatte.

Der Granit bietet ein Beispiel. In einigen Gegenden Deutschlands, wie im Schwarzwald, enthalten Glieder der Steinkohlen-Formation nicht allein Brocken von Granit als Einschluss, sondern die Sandsteine sind zum grossen Theil aus granitischem Material, als sog. Arkosen, ausgebildet, während anderwärts, in Devonshire, Schottland, Granite als Gänge in der Steinkohlen-Formation auftreten und mannigfache Störungen im Schichtenbau derselben hervorgerufen haben. — Im südlichen Schwarzwald enthalten die zur unteren Steinkohlen-Formation gehörigen Conglomerate Bruchstücke von Felsit-Porphyren, werden aber von Gängen anderer Felsit-Porphyre durchsetzt, die sich von jenen allerdings petrographisch, aber immerhin nur als Abänderungen oder Varietäten unterscheiden.

Bei der Betrachtung der Gebirgs-Formationen sind hauptsächlich zu berücksichtigen: 1) die Gesteine der Formation. Da die Gesteine der azoischen und eruptiven Formationen bereits in der Petrographie aufgeführt, so handelt es sich im Nachfolgenden nur um eine Beschreibung der Gesteine der sedimentären Formationen. 2) Die Lagerungs-Verhältnisse und specielle Eintheilung. 3) Allgemeiner paläontologischer Character der Sedimentär-Formationen und wichtigste Leitfossilien derselben. 4) Muthmassliche Bildungsweise der Formationen — so weit sie überhaupt bekannt. 5) Verbreitung der Formationen.

Ueber die Verbreitung der Gebirgs-Formationen sind, wie bekannt, geognostische Karten in hohem Grade belehrend. Für die folgende Schilderung derselben, welche hauptsächlich die geologischen Verhältnisse von Deutschland als Beispiele im Auge hat, seien genannt:

H. von Dechen: geologische Karte von Deutschland. Berlin 1869. — **H. von Dechen:** geognostische Uebersichtskarte von Deutschland, Frankreich und den angrenzenden Ländern. 2. Aufl. 1869. — **H. Bach:** geologische Karte von Central-Europa. Zweiter Abdruck. Stuttgart.

Erster Abschnitt.

Azoische Formations-Gruppe.

Die azoische Formations-Gruppe zerfällt in zwei Abtheilungen: in eine ältere oder untere, die Urgneiss-Formation und in eine jüngere oder obere, die Urschiefer-Formation.

I. Urgneiss-Formation.

(Primitive Formation. Urgebirge. Laurentische Formation, so genannt wegen ihrer grossen Verbreitung in Nordamerika, besonders in New York, wo sie das Laurentian-Gebirge zusammensetzt.)

Der Urgneiss ist das vorwaltende Gebirgsglied. Er tritt nicht allein in vielen Gegenden in grosser Verbreitung, sondern auch in bedeutender Mächtigkeit auf. Bald zeigt der Gneiss auf weite Strecken eine grosse Einförmigkeit in seiner petrographischen Beschaffenheit, bald ist das Gegentheil der Fall, es erscheinen mannigfache Abänderungen, unter welchen gewöhnlich die Glimmer-Gneisse und die Hornblende-Gneisse[1]) als besonders häufige zu erwähnen. Namentlich kommen aber in manchen grösseren Gneiss-Gebieten zwei oder drei mineralogisch scharf characterisirte Abänderungen vor, welche zuweilen sich auch als von verschiedenem Alter erweisen.

So lassen sich z. B. in den Central-Alpen, besonders im Oberpinzgau, ein „Central-Gneiss“ und ein „Glimmer-Gneiss“ unterscheiden; jener geht aus diesem, welcher ihn mantelförmig umgibt, durch einen allmähligen Uebergang der Anordnung des Glimmers hervor. In den Kärnthner Alpen kommt ausser dem „Central-Gneiss“ — aber nie so mächtig entwickelt wie dieser — noch ein feldspathreicher Gneiss vor, der von den Kärnthner Geologen als „Albit-Gneiss“ bezeichnet wird. Namentlich lassen sich in mehreren Gebirgen graue und rothe Gneisse[2])

---

[1]) S. oben S. 40.

[2]) S. oben S. 42.

unterscheiden. So im Erzgebirge von Sachsen und Böhmen, im ostbayerischen Grenzgebirge, in Mähren, in Südermanland in Schweden. Dass diese beiden petrographisch verschiedenen Gneisse auch in ihren Alters-Verhältnissen verschieden dürfte meist der Fall sein. Während aber im Erzgebirge von Sachsen der graue Gneiss als eigentlicher Fundamental-Gneiss zu betrachten und dem rothen von vielen Geologen eine eruptive Entstehung zugeschrieben wird, dürfte das Verhältniss im ostbayerischen Grenzgebirge das umgekehrte sein. Nach **Gümbel** tritt der sog. rothe Gneiss — durch öftere Einlagerungen ebenfalls röthlicher feinkörniger Granite characterisirt — weiter entfernt von der Glimmerschiefer-Grenze, und der herrschenden Streich- und Fall-Richtung nach unter den Schichten des grauen Gneisses auf. **Gümbel** bezeichnet diese ältere Abtheilung, den rothen Gneiss, als bojisches Stockwerk. Der graue Gneiss schliesst sich hingegen im N. und S.-O. an das Glimmerschiefer-Gebiet an, den Glimmerschiefer unterteufend. Es ist dies die jüngere, die herzynische Gneiss-Formation **Gümbels.**

Der Urgneiss ist gewöhnlich deutlich geschichtet. Seine Schichten nehmen oft in grosser Anzahl über einander ihre Stelle ein, bauen sich zu vollständigen Schichten-Systemen auf. Die Mächtigkeit der Schichten ist eine sehr verschiedene, bald eine bedeutende, viele Fuss betragende, bald nur einen Fuss oder wenige Zoll erreichende.

Dass der Urgneiss wirklich geschichtet sei ist von Manchen bestritten; seine Schichtung nur für eine Art Schieferung erklärt worden. Es sprechen aber besonders folgende Gründe dafür: 1) die Anordnung der Gemengtheile in, den Schichtungsflächen parallelen, Lamellen oder Linsen. 2) Die Lagerungs-Verhältnisse in Beziehung zu Versteinerungen führenden Schiefern. Da wo, wie z. B. im Fichtelgebirge, im Bayrischen Wald, die Schichten des Gneiss und jene unzweifelhafter Sedimentgebilde eine Verwerfung erlitten haben, zeigen beide sich in gleicher Richtung unter fast gleichen Winkeln aufgerichtet. 3) Da, wo azoische Urthonschiefer von Versteinerungen führenden Schiefern bedeckt werden, wie solches im Fichtelgebirge mehrfach der Fall, findet, wo beide aneinander grenzen, ein vollständiger Uebergang statt. Die Parallelabsonderung der azoischen Schiefer ist demnach eine eben so ächte Schichtung, wie jene der Versteinerungen führenden. Aber in gleicher Weise entspricht auch die Parallelstructur des Glimmerschiefers und des Urgneisses einer wahren Schichtung. Denn in dem nämlichen Verhältniss, in welchem der Urthonschiefer zum Petrefacten führenden an ihren Grenzen steht, in das nämliche tritt der Urthonschiefer zum Glimmerschiefer in jenen Regionen, wo sie aneinander grenzen, endlich ebenso der Glimmerschiefer zum Urgneiss. Die Umgebungen von Pfaffenreuth und Tirschenreuth im Bayerischen Wald bieten nach **Gümbel** Gelegenheit solche Verhältnisse zu sehen.

Untergeordnete Gebirgsglieder im Urgneiss.

Lagergranit. Ueberaus häufig sind dem Urgneiss gewisse Granite so gleichförmig und regelmässig eingelagert, dass an einer gleichzeitigen Bildung beider nicht gezweifelt werden kann. Derartige Granite seien, zum Unterschied von anderen, als Lagergranite bezeichnet.

Der Urgneiss und Granit der Centralalpen stehen in einem so innigen Verband zu einander, dass eine scharfe Grenze zwischen beiden kaum besteht. Allenthalben

Uebergänge vom einen zum anderen, ohne alle Störung der Lagerung. Der Gneiss verliert in der Nähe des Granites mehr und mehr seine Parallelstructur, seine Schiefer-Platten werden mächtiger und dichter, endlich erscheint der Glimmer regellos vertheilt; die frühere plattenförmige Absonderung ist geneigter zur massigen. Im Bayerischen Wald wechselt der vorwaltende Urgneiss sehr oft mit einem gneissartigen Granit. Noch in vielen anderen Gegenden, in Sachsen, Böhmen, Schlesien, trifft man solche Lagergranite; bald gewinnen sie keine grössere Ausdehnung, bald nehmen sie ansehnliche Flächenräume ein.

Glimmerschiefer als Einlagerung im Urgneiss ist kein seltenes Vorkommen.

So umschliesst, nach **Naumann**, der Gneiss bei Hermsdorf unfern Altenberg, bei Leubsdorf unweit Augustusburg in Sachsen beträchtliche Einlagerungen von Glimmerschiefer. Im s.-w. Mähren zeigen sich dem Gneiss zahlreiche Züge von Glimmerschiefer eingeschaltet. In Kärnthen sind dem Gneiss häufig kleine Massen von Glimmerschiefer untergeordnet, die regelmässig in der Nähe des ersteren Granat führen.

Granulit erscheint in mehreren Gebieten des Urgneiss unter Verhältnissen, die seine gleichzeitige Bildung ausser Zweifel lassen.

In Böhmen, in den Umgebungen von Budweis, Krumau zeigt sich Gneiss mit Granulit auf das Innigste verbunden. Die Schichten des ersteren schmiegen sich denen des letzteren völlig an. Aehnliche Verhältnisse trifft man in Oberösterreich. Im Bayerischen Waldgebirge treten Granulite theils als Ein-, theils als Zwischenlagerungen im Urgneiss auf, wie namentlich bei Griesbach. Die bekannte sächsische Granulit-Formation bildet ein Glied des Urgneisses, in Form einer gewaltigen Ellipse, deren Längsaxe zwischen Döbeln und Hartenstein 6 Meilen, deren kurze zwischen Rochlitz und Sachsenburg $2^1/_2$ Meilen beträgt. Während die Granulit-Masse von einer Zone von Glimmerschiefer umgeben wird, erscheint in der Mitte derselben Gneiss. Die verschiedenen Abänderungen des Granulit lassen nicht allein die mannigfachsten Uebergänge in einander, sondern auch in gneiss- und granitartige Gesteine wahrnehmen; es treten die verschiedenen Granulite in geringen bis einige Fuss starken, scharf begrenzten Platten in vielfach wiederholter Wechsellagerung auf, wodurch sie sich als Glieder einer Gesteins-Formation kundgeben. Beachtung verdient die von **A. Stelzner** hervorgehobene Erscheinung: dass steil aufgerichtete oder stark undulirte Granulit-Platten besonders an der Peripherie der Granulit-Ellipse, also an der Grenze gegen den Schiefermantel sich finden.

Quarzit ist eine häufige Erscheinung und mit dem Urgneiss oft durch mannigfache Uebergänge verbunden. Einzelne Schichten des letzteren nehmen allmählig reichlichere Mengen von Quarz auf, der sich dann zu einzelnen Zonen und Lagern anhäuft, welche nicht selten mit dem Gneiss wechsellagern. Die Quarzite enthalten bisweilen Glimmer und besitzen theils körnige, theils schieferige Structur (Quarzschiefer.)

Durch Quarz-Reichthum ausgezeichnet ist der Böhmer Wald. An Quarz reiche, an Feldspath arme Gneisse und Quarzschiefer setzen einen grossen Theil des Gebietes zusammen. So namentlich in der Gegend von Welhartitz. Auch im sächsischen Erz-

gebirge sind Quarzite häufig im Gneiss, so bei Commotau, Frauenstein; ferner im Bayrischen Wald. Hier ist namentlich der bekannte Pfahl, eine gewaltige, in gerader Linie ziehende Quarzfels-Masse, welche sich aus der Nähe von Schwarzenfeld an der Naab bis zur österreichischen Grenze bei Klafferstrass auf etliche 36 Stunden hin erstreckt. Aus dem Umstand, dass dieser Quarzit genau dem allgemeinen Streichen der Gebirgsschichten und besonders der nachbarlichen Schiefer parallel und in übereinstimmender Lagerung fortzieht, ohne irgendwo sein geschichtetes Nebengestein zu durchbrechen, schliesst **Gümbel**, dass er als ein primitives Lager zu betrachten. — Schottland, Bretagne, Norwegen sind ebenfalls reich an Quarz-Lagern im Urgneiss.

Amphibolite, seien es körnige, massige Hornblendegesteine, seien es geschichtete Hornblendeschiefer, gehören zu den häufigsten Erscheinungen im Gebiete des Urgneiss. Sie bilden meist entschiedene Einlagerungen und sind besonders an die Hornblendegneisse geknüpft. Indem Hornblende sich mehr und mehr anhäuft, den Glimmer ganz verdrängt, Orthoklas und Quarz zurücktreten, lassen sich die allmähligsten Abstufungen und Uebergänge von einem Gneiss, der vereinzelte Hornblende-Krystalle enthält, in die Amphibolite verfolgen. Nicht selten treten auch Hornblendeschiefer in mehrfach wiederholter Wechsellagerung mit Urgneiss auf.

Im Böhmer Wald sind Amphibolite sehr verbreitet, eben so in Steyermark, am Rosenkogel u. a. O. In Mähren lassen sich zahlreiche Züge von Amphiboliten mit gleichem Streichen auf weite Strecken verfolgen.

Eklogit findet sich unter ähnlichen Verhältnissen, als Einlagerung.

Bei Löling u. a. O. in Kärnthen bilden Eklogite auf grössere Strecken anhaltende Züge. Während der Eklogit Glimmer führt, stellen sich im Gneiss Granaten ein. Die schönen Eklogite des Fichtelgebirges bilden innerhalb der Zonen eines Hornblendegesteins linsenförmig ausgebauchte Lager, deren deutliche Schichtung mit jener des einschliessenden Gneisses immer gleichförmig bleibt. Auch bei Schmiedeberg in den Sudeten, Grosswaltersdorf in Sachsen, im Gutachthal bei Hausach im Schwarzwald, bei Horningsdal und Romsdal in Norwegen finden sich Eklogite.

Serpentin bildet häufig Einlagerungen im Urgneiss, erscheint aber gewöhnlich mit anderen Gesteinen vergesellschaftet, wie Amphibolit, körniger Kalk, Eklogit oder Granulit.

In Oesterreich, oberhalb Krems auf dem linken Donauufer erscheint Serpentin an mehreren Orten den Urgneiss-Schichten gleichförmig eingelagert. Namentlich bildet er einen ausgedehnten Zug zwischen Krup und Etzmannsdorf mit Granulit als Nebengestein. In der Gulsen bei Kraubath setzt Serpentin ein auf $1^1/_2$ Meilen erstrecktes Lager in Hornblendegneiss zusammen. Am Greiner-Berg in Tyrol bildet er ein mächtiges Lager, vollständige Uebergänge in den Urgneiss durch Strahlstein- und Hornblendeschiefer zeigend. Bei Olleschau in Mähren bildet Serpentin eine Einlagerung im Urgneiss, innig mit Hornblendeschiefer vergesellschaftet. Bei Raspenau u. a. O. in Böhmen erscheint Serpentin in völligem Gemenge mit körnigem Kalk. — Sehr häufig sind Serpentine im Urgneiss-Gebiete des Fichtelgebirges. Sie scheinen hier vorzugsweise an gewisse Gesteins-Zonen gebunden, innerhalb welcher Hornblende-

schiefer, Strahlsteinschiefer und chloritische Schiefer in inniger Wechsellagerung mit einander verflochten sind. Ueberall zeigt der Serpentin deutliche Schichtung, welche sich gleichförmig mit jener des nachbarlichen Schiefers erweist und enthält viele accessorische Gemengtheile (wie z. B. Enstatit, Schillerspath), welche für den Versuch die Entstehung des Serpentin zu erklären, nicht unwichtig. — Ausgezeichnet erscheint Serpentin im Bayrischen Wald, theils mit und in Amphiboliten, theils neben chloritischem Schiefer auftretend, aber auch mit Granulit vergesellschaftet. Er bildet nicht selten deutlich begrenzte Bänke in gleichförmiger Lagerung mit dem nachbarlichen Schiefer. Es finden sich linsenförmige Serpentin-Einlagerungen in den Hornblendeschiefern in der Grösse einer Faust bis zu einer Ausbreitung von 12,000 F. in die Länge und 1000 F. in die Breite. Dass viele Serpentine ein Umwandelungs-Product von Olivinfels sind, hat bekanntlich **Sandberger** gezeigt, insbesondere solche, welche Bronzit, Enstatit, Pyrop, Picotit enthalten. Da nun dies bei einigen Serpentinen des Bayrischen Waldes, von Erbendorf, Guglöd, Winklarn der Fall, so dürften sie zu derartigen Umwandelungs-Producten zu rechnen sein. Uebrigens bemerkt **Gümbel,** dass bei vielen Serpentinen des Bayrischen Waldes Lagerungs-Verhältnisse und ihre Verbindung mit Hornblendeschiefern und körnigem Kalk für eine gleichzeitige Entstehung sprechen. — Auch die dem Urgneiss eingeschalteten Serpentine von Todtmoos im Schwarzwald und von Zöblitz in Sachsen dürften aus einer Umwandelung von Olivinfels hervorgegangen sein.

Eulysit, ein aus Olivin, Augit und Granat bestehendes Gestein bildet unweit Tunaberg in Schweden ein gegen 30 F. mächtiges Lager im Gneiss.

Körniger Kalk. Kaum findet sich ein Gestein in so vielen Gegenden unter ziemlich ähnlichen Verhältnissen im Gebiete des Urgneiss. Die petrographische Beschaffenheit solcher „Urkalke" ist meist eine gleichmässige: zuckerkörnige Structur, weisse oder grauliche durch Graphit bedingte Farbe. Aber besonders bezeichnend ist die Häufigkeit von gewissen accessorischen Gemengtheilen, die in den verschiedensten Weltgegenden und zumal an der Grenze des Kalkes gegen den Urgneiss sich einstellen. Die Mehrzahl der von Gneiss umschlossenen Massen körnigen Kalkes dürften als ursprüngliche, als primitive Lager von kohlensaurem Kalk zu betrachten sein, von gleichzeitiger Entstehung mit dem umgebenden Gestein.

Im Böhmer Walde — wo körnige Kalke sehr häufig — bilden dieselben äusserst regelmässige, oft sich wieder verlierende Lager im Urgneiss mit deutlicher Schichtung und mit einer Mächtigkeit von wenigen Fussen bis zu 60 und 100 Fuss. Sie sind bald rein weiss, bald graulich (durch Graphit gefärbt), oft parallel der Schichtung gestreift, auch wechseln helle Lagen mit dunklen. Viele lassen beim Anschlagen mit dem Hammer einen bituminösen Geruch wahrnehmen. **(F. v. Hochstetter.)** — Im Pilsner Kreise in Böhmen erscheinen körnige Kalke als mehr oder weniger gleichförmige Einlagerungen im Gneiss, mit demselben zu einem zusammengehörigen Ganzen verbunden. Gegen Hangendes und Liegendes fehlt meist eine schärfere Begrenzung, indem der Gneiss durch Aufnahme von Kalkspath-Körnern oder Lagen

mit sehr glimmerreichen, Feldspath und Quarz enthaltenden Kalkmassen zusammenhängt, die selbst wieder in reinen Kalkstein übergehen. **(V. v. Zepharovich.)**

Bei der grossen Verbreitung körniger Kalke im Urgneissgebiete seien nur einige Hauptfundorte erwähnt: Boden bei Marienberg in Sachsen, Brotterode in Thüringen, Bogen und Steinkirchen im Bayrischen Wald, Manhartsberg in Oesterreich, Insel Ahlön in Finnland, Aker in Südermanland; Malsjö und Gulsjö in Wermeland; Arendal in Norwegen; Pertshire in Schottland; endlich an vielen Orten in den Vereinigten Staaten, Massachusetts, New York; in Canada.

Unter den eigenthümlichen Vorkommnissen, die man in gewissen körnigen Kalken beobachtet hat, verdienen noch kalkige, von Serpentin-Substanz durchzogene Gebilde Erwähnung. Man hielt dieselben für organischen Ursprungs, glaubte die Reste einer grossen Foraminiferen-Species darin zu erkennen, welche als „*Eozoon canadense*" bezeichnet wurde. Zuerst fand **Logan** solche in einem dem Urgneiss von Canada eingelagerten körnigen Kalk; später wurden ähnliche Bildungen in Irland, bei Krummau im Bayrischen Waldgebirge getroffen. Die Knollen wurden für die kalkige Schale, die Hohlräume in derselben für Kammern gehalten; diese Hohlräume waren mit Serpentin oder Augit ausgefüllt. Es handelt sich wohl nur um eine eigenthümliche, an organische Formen erinnernde Structur.

Graphit, welcher als Stellvertreter des Glimmers in den sog. Graphitgneissen so oft vorkommt, häuft sich in solchen aber auch zu völligen Lagern an. Letztere sind nicht selten wieder mit körnigen Kalken verknüpft, ja die Kalke enthalten ebenfalls einzelne Putzen und Streifen von Graphit, die zu Einlagerungen im Kalk anschwellen.

Im Passauer Gneiss-District steht das Vorkommen des Graphits in engem Zusammenhang mit dem allgemeinen Auftreten der Graphit-Lager. Geognostisch betrachtet, sagt **Gümbel,** sind die Kalklager nur ein Aequivalent jener, oft sogar ihre directe Fortsetzung. — Vorzügliche Graphit-Lager finden sich, mit körnigem Kalk vergesellschaftet, bei Schwarzenbach in Böhmen, dem Kalk regelmässig eingelagert. — Die Graphit-Lager in Mähren, bei Vöttau, Hafnerluden sind stets an körnigen Kalk gebunden und wie an so manchen anderen Orten noch von Kaolin begleitet.

Die Verbreitung der Urgneiss-Formation ist eine ausserordentliche; ganze Gebirge bestehen aus derselben. Sehr entwickelt erscheint dieselbe im Erzgebirge von Sachsen und Böhmen, im Riesengebirge, Fichtelgebirge, im Bayrischen Wald, Schwarzwald, Odenwald, in den Centralalpen, in Schottland, Finnland, Schweden und Norwegen; ganz besonders aber in Nordamerika in Minnesota, Wiskonsin; in den Umgebungen des Lorenzo-Stromes; in den Küstenregionen Südbrasiliens. — Ebenso ist die Mächtigkeit, welche die Formation des Urgneisses erreicht, eine ausserordentliche; sie wird z. B. in Bayern auf 30,000 F., in Canada auf 10,000 F. geschätzt.

II. Urschiefer-Formation.

(Auch huronische Formation genannt, wegen ihrer grossen Verbreitung in den Umgebungen des Huronensees. Urgebirge.)

Die vorwaltenden Gebirgsglieder der Urschiefer-Formation sind Glimmerschiefer und Urthonschiefer.

Der Glimmerschiefer, welcher in mannigfachen Abänderungen

erscheint, zeichnet sich durch einen grossen Reichthum an accessorischen Gemengtheilen aus. Er besitzt gewöhnlich sehr deutliche Schichtung. Der Urthonschiefer tritt besonders in zwei Abänderungen auf: als Phyllit oder Thonglimmerschiefer und als Thonschiefer. Er ist ebenfalls sehr deutlich geschichtet verbunden mit einer ausgeprägten Schieferung.

Untergeordnete Gebirgsglieder in der Urschiefer-Formation.

Gneiss. Fast noch häufiger wie Glimmerschiefer im Gebiet des Urgneiss, tritt dieser im herrschenden Glimmerschiefer in Lagern und Zonen auf.

In der Gegend von Tirschenreuth stellen sich zahlreiche Gneiss-Partien in verschiedenen Streifen oder in Wechsellagerung ein. Im s.-w. Steyermark treten mehrere Gneiss-Lager, etwa bis zu 3 F. Mächtigkeit auf, z. Th. von körnigem Kalk begleitet. Zuweilen erscheint der Gneiss nur in dünnen Zwischenschichten oder kurzen sich wieder verlierenden Schwielen. — Im Gebiete des Urthonschiefers tritt Gneiss ungleich seltener auf.

Talkschiefer. Während in vielen Gebieten des Glimmerschiefers Talkschiefer, als Einlagerungen, mit der herrschenden Gebirgsart durch Gesteins-Uebergänge und Wechsellagerung verbunden keine seltene Erscheinung sind, erlangen sie in gewissen Territorien eine solche Ausdehnung, dass sie fast die Rolle eines vorwaltenden Gebirgsgliedes spielen.

Dies ist der Fall in den nordöstlichen Alpen, in den südlichen Alpen von Wallis und Tessin, in den Umgebungen des Monte Rosa, Montblanc, in den Kärnthner Alpen, durch einen grossen Theil von Ungarn, im Ural. Allenthalben wird dies Herrschendwerden der Talkschiefer durch allmählige Uebergänge vermittelt.

Chloritschiefer erscheint auf ähnliche Weise und ist nicht minder verbreitet als der Talkschiefer.

Namentlich in den Centralalpen treten Chloritschiefer in grossen Massen auf; so am Grossglockner in Oberkärnthen, im Salzburgischen, in Tyrol, namentlich im Zillerthal, im Ural.

Kalkglimmerschiefer entwickelt sich durch mannigfache Uebergänge aus dem Glimmerschiefer und gewinnt in gewissen Gegenden eine ansehnliche Verbreitung.

In den Savoyer Alpen, wo er vom Mont Cenis an nördlich am Montblanc hin bis in die Nähe von Martigny sich erstreckt; in den Walliser Alpen; am Grossglockner und hohen Tauern.

Eisenglimmerschiefer, ein körnig-schieferiges Gemenge aus Eisenglimmer und Quarz, in welchem der erstere gewöhnlich vorherrscht. Enthält als accessorischen Gemengtheil Gold und ist deutlich geschichtet.

Sehr verbreitet in Brasilien, Prov. Minas Geraes, wo er zwischen Urthonschiefer und Itakolumit ansehnliche Massen zusammensetzt. Auch in Südcarolina.

Itakolumit, ein schieferiges Gemenge aus Quarz-Körnchen und Blättchen oder Schuppen von weissem Talk oder Glimmer, welches oft einen sandsteinartigen Character gewinnt. Enthält mancherlei accessorische Gemengtheile, wie Eisenglimmer, besonders aber Diamant.

Der Itakolumit ist in Brasilien sehr verbreitet und zeigt sich hier aufs engste verknüpft mit den Gesteinen der Urschiefer-Formation', mit Glimmerschiefer und Urthonschiefer. Er setzt namentlich den 5400 F. hohen Pico de Itakolumi (daher der Name) bei Villa Ricca zusammen. — Auch in Südcarolina findet sich Itakolumit und ebenfalls mit Eisenglimmerschiefer vergesellschaftet; ferner in Virginia, Georgia; in den genannten Ländern hat man auch Diamanten in ihm nachgewiesen.

Quarzit ist im Gebiete des Glimmerschiefers so wie im Urthonschiefer als Einlagerung überaus häufig und nicht selten als Quarzitschiefer ausgebildet, enthält oft reichlich Glimmerblättchen.

In Böhmen, besonders im Egerer Kreis, erscheinen Quarzite in Verbindung mit quarzreichen Abänderungen des Glimmerschiefers, namentlich an der Grenze gegen Urthonschiefer, gleichsam als vermittelndes Glied zwischen beiden auftretend. Die dem Glimmerschiefer eingelagerten Quarzite führen nicht selten Granat. Die Quarzite sind den Gesteinen der Urschiefer-Formation gewöhnlich regelmässig eingeschaltet, wechsellagern auch mit ihnen; deutliche Schichtung zeigen meist nur die Quarzitschiefer.

Hornblendeschiefer kommen als Einlagerungen im Glimmerschiefer vor.

Im Glimmerschiefer der Centralalpen, in Steyermark, in Illyrien, in Schlesien und Thüringen. Bei Kongsberg findet eine sehr häufige Wechsellagerung von Glimmer- und Hornblendeschiefer statt.

Serpentin erscheint im Glimmerschiefer unter ähnlichen Verhältnissen, wie im Urgneiss. Weit seltener für sich allein auftretend, als vielmehr verbunden mit amphibolischen Gesteinen, mit talkigen oder chloritischen Schiefern, auch mit körnigen Kalken. Nicht selten zeigen sich Serpentine erzführend.

Reichenstein in Schlesien, Dobschau in Ungarn, Portsoy in Schottland, Ural.

Körniger Kalk findet sich im Glimmerschiefer eben so häufig, wie im Urgneiss; auch hier oft Graphit führend oder durch solchen gefärbt. Ungleich seltener tritt körniger Kalk im Urthonschiefer auf.

Dies ist z. B. der Fall im bayrischen Waldgebirge, wo der Kalk zuweilen durch Beimengung von Schiefermasse die dünne Schichtung des Urthonschiefers annimmt, aber auch ganz reine Kalklagen zeigen sich zuweilen in dünner, ebenflächiger Schichten-Absonderung ausgebildet. — In der Mittelzone der Schweizer Alpen sind die Kalksteine verschieden, je nach der Beschaffenheit der sie umschliessenden Schiefer: bald gewöhnliche Kalksteine, bald weisse Marmore.

Dolomit tritt ebenfalls im Gebiet des Glimmerschiefers auf, theils für sich, theils mit körnigem Kalk.

Bei Wolkenstein und Lengefeld im Erzgebirge; bei Redwitz und Wunsiedel in Bayern; bei Overvölz in Obersteiermark, besonders in den Schweizer Alpen. Hier sind es namentlich die wohl bekannten Dolomite von Campo lungo und vom Binnenthal; sie bilden, wie der körnige Kalk, oft in enger Verbindung mit diesem, beträchtliche Einlagerungen im Glimmerschiefer (und Gneiss) und sind durch Schönheit ihrer accessorischen Gemengtheile ausgezeichnet[1]).

Die Verbreitung der Urschiefer-Formation ist eine beträchtliche; im Bayrischen und Böhmer Wald, im s.-w. Erzgebirge, in den Sudeten, in Tyrol, Kärnthen, Salzburg, Schweizer Alpen; ferner in der Bretagne, in der Sierra Nevada, in Schottland und Scandinavien; in Nordamerika in Canada, Michigan, atlantischen Staaten, in Brasilien, in den Anden, in Afrika.

Lagerung der azoischen Formations-Gruppe.

In nicht wenigen der oben genannten Gebiete erscheint in ausgedehnter Verbreitung eines der drei Hauptglieder der azoischen Formations-Gruppe mit seinen Einlagerungen, bald der Gneiss, bald Glimmerschiefer, bald Urthonschiefer. Wo sie aber einander seitlich begrenzen, zusammentreffen, zeigen sie sich nicht selten durch die mannigfachsten Uebergänge mit einander verbunden, während ihre Schichten-Systeme oft gleiches Streichen und Fallen, also gleichförmige oder concordante Lagerung zeigen. Wo sie aber übereinander folgen erscheint Gneiss als die unterste, älteste Abtheilung oder Gruppe, Glimmerschiefer als die mittlere und Urthonschiefer als die oberste oder jüngste.

Bildungs-Weise der azoischen Formationen.

Die Ansichten über die Entstehung der Gesteine der azoischen Formationen sind sehr verschieden und stehen einander zum Theil schroff gegenüber. **Werner** betrachtete dieselben als aus dem Wasser eines Urmeeres niedergeschlagene Sedimente. Auch **Hutton** erklärte die krystallinischen Schiefer für ursprüngliche Sedimente, welche jedoch auf dem Boden des Meeres unter hohem Druck und bedeutender Hitze eine Veränderung erlitten. Die untersten Schichten können, in Folge starker Schmelzung in feurig-flüssigem Zustande in die darüber liegenden, bereits erhärteten Schichten hineingepresst worden sein und durch ihre hohe Temperatur Umwandelungen in letzteren hervorgerufen haben; dies waren also namentlich Granite, im Innern der Erde geflossene Massen. Die krystallinischen Schiefer, als ehemalige Sedimente, haben bei starkem Druck und geringer Erweichung ihre Schichtung bewahrt. Diese sog. plutonische Theorie **Hutton's** — der Gegensatz

---

[1]) S. oben S. 33.

von der neptunistischen **Werner's** — wurde später durch **Boué** modificirt. Nach seiner Ansicht bedingten die bei den Ausbrüchen granitischer Massen thätigen Kräfte: dem Innern der Erde entströmende Gase und hohe Temperatur in den aus den Trümmern der ältesten Gesteine hervorgegangenen Schiefern nach und nach und unter gewaltigem Druck eine Art von feurigem Fluss; während der Schmelzung und der darauf folgenden Abkühlung nahmen die Gesteine eine krystallinische Structur an, ohne jedoch die Schichtung dabei einzubüssen. Die krystallinischen Schiefer sind demnach metamorphische Gesteine. **Lyell**, welcher hauptsächlich von dem Grundsatz ausgeht: dass zu keiner Zeit andere Kräfte thätig waren, als wie heutzutage, schreibt den krystallinischen Schiefern eine ähnliche Entstehung zu wie den noch gegenwärtig sich bildenden Ablagerungen von Sand, Schlamm. Es sind Sedimente, welche aber durch die von unten nach oben wirkende Hitze eine Umwandelung erlitten haben, und zwar die untersten, wo die Einwirkung am intensivsten, eine stärkere. So wurden aus Sandsteinen Gneisse und Glimmerschiefer, aus Schieferthonen wurden Urthonschiefer, aus Kalksteinen körnige Kalke. Auch **Dana** sieht in den Gesteinen der azoischen Formation metamorphische Bildungen; bei ihrer Umwandelung spielte besonders heisses Wasser eine bedeutende Rolle. Gneisse, Glimmerschiefer u. s. w. sind hervorgegangen aus älteren Sedimenten, aus den einst im Meere abgelagerten Trümmern der Erstarrungs-Rinde der Erde. Verschiedene Stoffe enthaltende Wasser riefen die mannigfachsten Umwandelungen hervor; so z. B. Magnesia enthaltende die Serpentin-Lager, die Dolomite; Kieselsäure und Magnesia enthaltende die talkigen und chloritischen Schiefer. — **B. v. Cotta** hat sich ebenfalls für die Umwandelungs-Theorie ausgesprochen.

In seinen „geologischen Fragen" führt **v. Cotta** namentlich folgende Gründe auf: 1) Alle krystallinischen Schiefer zeigen, wenn man sie in ihren grösseren Verbreitungs-Gebieten untersucht, unmerkliche Uebergänge in deutlich sedimentäre Gesteine, welche gewöhnlich über ihnen liegen. Es zeigt sich dann eine Zunahme des krystallinischen Zustandes von Oben nach Unten, wie man sie als Resultat des angenommenen Umwandelungs-Processes erwarten muss. Dies ist sehr deutlich im Erzgebirge. 2) Die krystallinischen Schiefer bilden bei ungestörter, normaler Lagerung die gewöhnliche Unterlage für die ältesten, noch deutlich sedimentären Formationen. Diese ihre normale Lagerungs-Stelle stimmt ebenso gut mit der Erstarrungs-, als mit der Umwandelungs-Theorie. 3) Sie bilden untereinander vielfache Wechsellagerungen, der Art, dass die einzelnen Gesteine und ihre Varietäten in ziemlich plattenförmigen und unter einander parallelen Gliedern mit einander wechseln, ganz wie die Gesteine der Flötzformationen. Schon dieser Wechsel, der der Umwandelungs-Hypothese durchaus entspricht, würde sich durch erste Krusten-Bildung schwer oder gar nicht erklären lassen; noch weniger aber würde sich 4) die sehr häufige parallele Einlagerung ihrer

Masse nach ganz abweichenden Gesteine — wiekörniger Kalk oder Dolomit — zwischen krystallinischen Schiefern mit der Bildung durch Erstarrung aus einem heissen Urfluidum vereinbaren lassen.

G. Bischof betrachtet die krystallinischen Schiefer ebenfalls als metamorphische Gesteine, ohne jedoch bei der Umwandelung eine hohe Temperatur als mitwirkende Kraft anzunehmen. Nach ihm ist es ein lange Zeiträume hindurch andauernder Durchwässerungs-Process, also die einfache chemische Thätigkeit des Wassers, welche die Umwandelung veranlasst hat. Vorher entstandene Schichtgesteine erfuhren eine Umkrystallisirung; die von der Erdoberfläche in die Tiefe dringenden Wasser waren mit den verschiedensten Stoffen beladen, welche die Gesteins-Massen durchsickerten, Zersetzungen und Neubildungen bedingten, besonders mannigfache Silicat-Bildungen.

Es lassen sich demnach zwei Arten des Metamorphismus unterscheiden: ein plutonischer oder hypogener und ein hydrochemischer oder katogener[1]). Gegen beide Arten lassen sich aber manche Gründe anführen. Unter andern lässt sich — sei die Umwandelung von unten nach oben oder von oben nach unten erfolgt — auch nicht eine Spur der Richtung der wirkenden Kräfte nachweisen. Ferner spricht dagegen der mannigfache Wechsel in der Beschaffenheit der metamorphischen Schichten, welcher stets an Lagerung und Schichtung geknüpft ist und daher wohl eher auf eine ursprüngliche wie auf eine von aussen her umgewandelte Bildung hindeutet. Gegen die hydrochemische Metamorphose, welche, wie erwähnt, lange Zeiträume beansprucht, lässt sich endlich einwenden, dass gewisse sog. paläozoische Schichten, welche über azoischen Gesteinen ihre Stelle einnehmen, Fragmente von Gneiss oder Glimmerschiefer enthalten. Wäre der Umwandelungs-Process ein so lang andauernder gewesen, so würden solche paläozoische Schichten wohl auch der Metamorphose in krystallinische Schiefer anheim gefallen sein.

Eine Entstehung unter gleichzeitiger Betheiligung von Wärme und Wasser, die Hydatopyrogenesis der azoischen Gesteine hat neuerdings in **Gümbel** einen bedeutenden Verfechter gefunden. Für die azoische Formation des ostbayerischen Grenzgebirges glaubt **Gümbel** eine solche Bildungsweise annehmen zu müssen. Er betrachtet die krystallinischen Schiefer als Sedimente der ältesten Art, ähnlich den Sedimenten der Thonschiefer- und Grauwacke-Formation,

[1]) Eine ausführliche, historische und kritische Darstellung der „Lehre vom Metamorphismus und der Entstehung der krystallinischen Schiefer" gab neuerdings **J. Roth** in den Abhandlungen d. K. Akad. d. Wissensch. zu Berlin.

aber unter Umständen entstanden, welche an der Stelle von Schlamm- und Trümmermassen, wie bei letzteren, die Bildung krystallisirter oder krystallinischer Massentheilchen gestatteten. Solche besondere Umstände können aber nur in einem an unorganischen Stoffen reichen Bildungsmeere, vielleicht unter Mitwirkung von vermehrtem Druck und erhöhter Temperatur gesucht werden. Der Lagergranit ist nach **Gümbel** eine massenhafte Anhäufung von Gneiss-Material, wie dieses selbst entstanden.

Erwähnung verdienen noch die Ansichten, welche neuerdings von **A. Knop** über Gneiss- und Granit-Bildung entwickelt wurden [1]. Nach **Knop** ist Granit ein metasomatisches, d. h. umgewandeltes Eruptivgestein, welches nach der Erstarrung einer trachytischen Lava unter Mitwirkung des Wassers, des Druckes und einer mehr oder weniger erhöhten Temperatur, wie sie grösseren Tiefen der Erde entspricht, aus den Bestandtheilen jener gebildet worden. Es ist trachytische Substanz, in einem anderen äusseren Bedingungen angemessenen chemischen Gleichgewichtszustande. Gneiss kann aus geschichtetem Detritus von Trachyt oder Granit entstanden sein.

Es wurden im Vorhergehenden die verschiedenen, älteren und neueren Theorien über die Bildung der azoischen Formationen angeführt und bleibt noch jene Ansicht übrig, welche, von einem feurig-flüssigen Anfangs-Zustande unseres Planeten ausgehend, in den Gneissen und Lagergraniten, in den Glimmerschiefern und Urthonschiefern die ursprüngliche Erstarrungs-Rinde der Erde erkennt. Es scheint diese Theorie immer noch annehmbarer als eine vorhandene Erstarrungs-Rinde erst einer völligen Zerstückelung und Zerstörung anheimfallen zu lassen, um dann durch ein hydroplutonische Thätigkeit die Sedimente zu metamorphosiren.

Fels- und Bergformen der Gesteine der primitiven Formationen.

Die Umrisse der Gneiss-Berge sind verschieden. In vielen Gebieten zeigen sie einen sehr gleichbleibenden Character. Rundliche Formen, Kuppen an Kuppen gereiht oder regellos vertheilt, herrschen in manchen Gebirgen vor und verleihen eine gewisse Einförmigkeit.

Dies ist z. B. durch einen Theil des Schwarzwaldes der Fall, wo die einzelnen Berge durch die Aehnlichkeit ihrer Formen überraschen. Auch fehlen den Höhen der Gneiss-Berge im Schwarzwald Fels-Bildungen; nur in den oft tief eingeschnittenen Thälern zeigen sich malerische und imposante Felsmassen (Höllenthal).

In anderen Gegenden zeigen die Gneiss-Berge schroffe Abhänge, steile Wände, langgezogene, scharfe Kämme, zwischen denen einzelne spitze Kegel aufragen.

---

[1]) Vergl. Jahrb. f. Min. 1872, 5. Heft. Es soll von dieser Theorie bei den eruptiven Formationen weiter die Rede sein.

In Norwegen und in Schottland ist namentlich die Physiognomie der Gneiss-Berge und Felsen eine sehr mannigfaltige.

Im Allgemeinen besitzt das Gneiss-Gebirge bedeutenden Quellen-Reichthum. Viele und starke Quellen treten oft nahe an den Gipfeln und in beträchtlichen Höhen hervor.

Die Berg-Formen des Glimmerschiefers besitzen zuweilen viel Aehnlichkeit mit denen des Gneisses. Rundliche, miteinander zusammenhängende Gipfel von oft gleichen Höhen, einzelne Züge durch niedere Pässe getrennt, terrassenartig ansteigende Abhänge mit wenigen Klippen sind in vielen Regionen zu treffen. In andern ist hingegen die Scenerie eine verschiedene. Senkrechte Wände, schroffe Berggipfel mit jähem Gehänge, zackige, kühne Felsformen verleihen der Landschaft einen wilden, oft imposanten Character.

Das Erzgebirge Sachsens und Böhmens ist reich an solchen malerischen Felspartliien.

Die Urthonschiefer setzen oft wellenförmiges, einförmiges Berg- und Hügelland zusammen, sanft ansteigende Höhen, rundliche Kuppen. Mehr Mannigfaltigkeit herrscht in den die Thonschiefer-Plateaus durchziehenden Thälern; hier sind die Ufer der Flüsse und Bäche oft überragt von steilen Wänden, von zackigen, schroffen, kahlen mit Einsturz drohenden Felsmassen.

Kalkglimmerschiefer bildet äusserst pittoreske Fels- und Bergformen, an Schroffheit alle überbietend, zackige Nadeln und Hörner.

Walliser und Graubündtner Alpen; einer der bedeutendsten Berge ist das Matterhorn.

Quarzit. Von den untergeordneten Gesteinen der primitiven Formationen übt unstreitig Quarzit den wesentlichsten Einfluss aus auf die Physiognomie der Gebirge. Schon aus grösserer Entfernung kündigt er sich an durch seine sonderbaren Formen, die sich meist freistehend aus anderen Gebirgsarten, welche der Verwitterung weniger widerstanden, erheben. Nicht weniger characterisirt die Quarzite ihre oft weithin sichtbare weisse Farbe. Die Formen der Berge und Felsen des Quarzit sind mannigfach; bald vereinzelte Kuppen oder spitzige Kegel, kahle, prallige, thurmähnliche Felsen, schroffe Klippen; häufiger in mauerartigen, oft weithin ziehenden Massen, die man für Trümmer alter Burgen halten möchte.

Beispiele von solchen ausgedehnten Quarzit-Massen bietet der sog. Pfahl in Bayern, der von dem einen Ende des Urgebirges von Schwarzenfeld an bis zur österreichischen Grenze am Südfuss des Dreisselgebirges auf eine Entfernung von mehr denn 36 Stunden sich hinzieht **(Gümbel.)** Die Fortsetzung dieser Einlagerung bildet aller Wahrscheinlichkeit nach in Böhmen ein Quarzit-Vorkommen auf der Grenze von Gneiss und Amphibolit auftretend, meist als freie Felsmauer hervorragend mit einer Mächtigkeit von etwa 150 Fuss von Vollnau bis über Tachau hinaus auf etwa 15 Stunden sich erstreckend. **(Hochstetter.)**

Körnige Kalke, welche — wie oben bemerkt wurde — namentlich im Gneiss-Gebiete oft in beträchtlichen Massen erscheinen, unterscheiden sich von den meist abgerundeten nachbarlichen Gneiss-Bergen durch ihre schroffen Umrisse; sie bilden Abfälle mit vorragenden Felsen, klippige, steile Abhänge. Auch macht oft ihre weisse Farbe die Kalkberge kenntlich, nicht minder ihre spärliche Vegetation gegenüber der des Gneiss-Gebirges.

Dies ist der Fall im Pilsener Kreis in Böhmen; hier bildet körniger Kalk mächtige Berge bei Raby, parallel der Watawa am linken Ufer von der St. Nepomuck-

Capelle über den Allerheiligen- und Cepitz-Berg bis Dobrin reichend, am jenseitigen Ufer den Zimitzberg bildend. Raby selbst mit seiner imposanten, in der Geschichte Böhmens denkwürdigen Ruine steht auf Kalkstein. **(Zepharovich.)**

Amphibolite üben, bei ihrer verhältnissmässig geringen Ausdehnung, keinen besonderen Einfluss auf das Oberflächen-Ansehen aus. Häufig erscheinen sie in flachen Hügeln, rundlichen Kuppen; zuweilen aber auch mauerartige Felswände, bastei-ähnlich vorspringende Klippen.

Letzteres ist der Fall auf der Spitze des Rosenkogels in Steiermark; bei Klausen in Tyrol.

Verwitterung der Gesteine der primitiven Formationen.

Gneiss widersteht der Verwitterung um so weniger, je glimmer- oder feldspathreicher er ist; länger, wenn er wenig Glimmer enthält. Die Zerstörung gibt sich zunächst durch eine Aenderung der Farbe des Feldspath und Glimmer kund; beide verlieren ihre Farbe, das Gestein wird gegen die Oberfläche mehr und mehr von Rissen und kleinen Spalten durchzogen, die sich nach und nach mit einem eisenschüssigen Thon füllen, auf den Klüften stellen sich zarte Dendriten von Psilomelan, Wad oder Brauneisenerz ein. Zuletzt wandelt sich die Gesteins-Masse an der Oberfläche bis zu 6 oder 8 Fuss Tiefe in einen Gruss um, zu einer thonigen Masse, in welcher einzelne Glimmer-Blättchen und Körner von Quarz liegen, letztere die so vortheilhafte Auflockerung des Bodens bedingend. In dem Gruss stecken auch zuweilen vereinzelte Blöcke von Gneiss, welche die nämlichen rundlichen Umrisse zeigen, wie so viele Gneiss-Berge. In sehr feldspathreichen Gneissen wird durch Umwandelung des Orthoklas die Bildung von Kaolin vermittelt, welcher sich in einzelnen Nestern und Lagern anhäuft.

Gneiss-Boden zeigt sich dem Holzwachsthum ganz vorzüglich günstig. Tannen, Fichten, Buchen gedeihen sehr gut, auch Ahorn, Ulmen, Eschen. Die Oberfläche vieler Gneiss-Gebirge ist daher mit dichten Wäldern bedeckt. Bayrisches Waldgebirge, Erzgebirge, Schwarzwald.)

Glimmerschiefer verwittert in der Regel um so eher, je vollkommener seine Schiefer-Structur, je glimmerreicher; es bildet sich ein glimmeriger Thon, in dem ausser den Quarz-Körnern auch noch grössere Scheiben und Platten von Quarz stecken. Als bezeichnend für viele Territorien des Glimmerschiefers erscheint der Mangel an Blöcken; man trifft immer nur Bruchstücke des Gesteins.

Der aus der Zersetzung des Glimmerschiefers hervorgegangene Boden ist etwas fester wie jener des Gneisses, aber in gleichem Grade günstig für die Holz-Vegetation.

Kalkglimmerschiefer fällt der Verwitterung um so rascher anheim, je mehr Kalk er enthält, der durch die Wasser fortgeführt wird; daher auch das Zerrissene, Zackige der Fels- und Bergformen dieses Gesteins.

Urthonschiefer, zumal die quarzreichen, verwittern nicht leicht, die dünnschieferigen eher. Letztere zerspalten sich in dünne Blätter, welche oft in grosser Menge die Gehänge der Urthonschiefer-Berge bedecken. Der Boden, welcher aus der gänzlichen Zerblätterung des Urthonschiefers hervorgeht, ist thonig oder lehmig und im Allgemeinen der Vegetation günstig, namentlich gedeihen Waldungen vortrefflich auf demselben.

Quarzite trotzen allen Einwirkungen der Atmosphärilien; nur mechanische Kräfte wirken auf sie, chemische nicht, d. h. sie werden nur zertrümmert, nicht zerstört durch den Verwitterungs-Process. Von den vielfach zerklüfteten, von Rissen

durchzogenen Berg- und Felsmassen werden nach und nach einzelne Theile losgerissen, die als eckige Blöcke, scharfkantige Bruchstücke in der nächsten Umgebung umherliegen, oder durch die Wasser weiter geführt, als Geschiebe und Gerölle, Thäler, Schluchten und Flussbetten in Menge erfüllen.

Ein schotteriger, steiniger, unfruchtbarer Boden geht aus der Zerstörung der Quarzite hervor; daher das Kahle, Oede der Quarzit-Berge.

Amphibolite verwittern um so leichter, je mehr Eisenoxydul sie enthalten, welches durch seine Umwandelung in Eisenoxydhydrat erst eine gelblich-braune Farbe der Gesteins-Masse hervorruft, die allmählig zu einem lockeren, thonigen, eisenschüssigen Boden zerfällt, welcher der Vegetation günstig.

Talk- und Chloritschiefer sind beide, namentlich unmittelbar an der Gebirgs-Oberfläche, leicht zur Verwitterung geneigt und geben einen weichen, erdigen, nicht sehr fruchtbaren Boden.

Körnige Kalke verwittern, wenn sie grobkörnig, eher, als wenn sie feinkörnig; diese werden zuerst in eckige Blöcke getrennt, jene zerfallen in einen bröckeligen Gruss.

Kalkboden, der leicht austrocknet, sich schnell erhitzt, ist sehr unfruchtbar, daher sich im Gneiss- oder Glimmerschiefer-Gebiet auftretende Kalkmassen durch ihre Armuth an Vegetation von ihrer reichbelaubten Umgebung scharf unterscheiden.

Dies ist z. B. in mehreren Gegenden Böhmens sehr deutlich wahrzunehmen; doch kennt man auch den umgekehrten Fall: durch einen grossen Theil von Canada ist Gneiss sehr verbreitet, mit beträchtlichen, weit erstreckte Zonen bildenden Kalk-Einlagerungen. Jener liefert keinen günstigen Boden, während auf dem Kalk die Mehrzahl der „Farms" sich befinden.

Serpentin; seiner langsam fortschreitenden Verwitterung geht eine Aenderung der Farbe voraus, das Gestein wird rissig und zerfällt in eckige, sich nach und nach abrundende Stücke. Dem Wachsthum der Pflanzen ist Serpentin — wie so viele gleichartige Gesteine — keineswegs günstig; seine Berge sind nackt und kahl.

Chloritschiefer und Talkschiefer wechseln gleichfalls in Folge des Einflusses der Atmosphärilien ihre Farbe; jener wird braun, dieser bleicht, und beide zerfallen zu einem lockeren, nicht sehr fruchtbaren Boden.

Zweiter Abschnitt.

Sedimentäre Formationen.

Die sedimentären Formationen zerfallen in drei grössere Gruppen, welche ebenso vielen Perioden in der Entwickelungs-Geschichte der Erde entsprechen, nämlich 1) die älteste oder paläozoische Formations-Gruppe; 2) die mittlere oder mesozoische Formations-Gruppe und 3) die oberste oder känozoische Formations-Gruppe.

Eine jede dieser drei Formations-Gruppen wird noch in weitere Abtheilungen gebracht; die paläozoische Formations-Gruppe in drei, nämlich: 1) eine unterste, älteste, die Uebergangs-Formation; 2) eine mittlere, die Steinkohlen-Formation und 3) eine oberste, jüngste, die Dyas-Formation.

I. Die Uebergangs-Formation.

(Der Name bezieht sich auf die petrographische Entwickelung aus den Gesteinen der azoischen Formations-Gruppe. Grauwacke-Formation wegen des Vorwaltens der Grauwacke als Gebirgsglied. Cambrische, silurische und devonische Formation.)

Gesteine der Uebergangs-Formation.

Als in den meisten Gebieten vorwaltende Gebirgsglieder sind zu betrachten Sandsteine und Thonschiefer, so wie Kalksteine; als mehr untergeordnete: Dolomite, Quarzite, Kieselschiefer. In gewissen Gebieten erscheinen Gneisse und Glimmerschiefer, so wie eigenthümliche Flaserporphyre.

Grauwacke. Ein eigenthümlicher Sandstein in den verschiedensten Abstufungen des Kornes, bald fein, bald grobkörnig, bildet eines der am meisten verbreiteten Gesteine der Formation, welche unter dem Namen Grauwacke (von **Mohs** 1800 gegeben) bekannt. Dasselbe besteht

aus meist vorwaltenden Quarz-Körnern von Erbsen- bis Hasel- und Wallnuss-Grösse, die theils eckig, theils abgerundet; zu ihnen gesellen sich in grösserer oder geringerer Häufigkeit Körner von Kieselschiefer, von Orthoklas und Bruchstücke von Thonschiefer. Das Bindemittel ist entweder Quarz oder ein von Kieselsäure durchdrungener und durch fein vertheilten Anthracit gefärbter Thon. Die Farbe des Gesteins ist vorherrschend grau, doch kommen auch gelbliche, braunliche, grünliche Farben vor.

Accessorische Gemengtheile sind vorzugsweise durch Muscovit vertreten, welcher sich zumal auf den Schichtungs-Flächen reichlicher einstellt.

Accessorische Bestandmassen: den grobkörnigen und quarzreichen Abänderungen sind besonders Adern weissen Quarzes eigen.

Die Grauwacke geht bei feinerem Korn in gewöhnliche Sandsteine, bei gröberem in Conglomerate über.

Grauwackeschiefer. Die feinkörnige Grauwacke erlangt durch viele und in paralleler Lage vertheilte Blättchen und Schüppchen von Muscovit eine mehr oder weniger vollständige Schiefer-Structur. Das Bindemittel bald ein kieseliges, bald ein thoniges.

Chemische Zusammensetzung der Grauwacke aus dem Eisenbacher Thale, zwischen Ems und Kemmenau, nach **E. Herget.**

			Auf 100 Theile berechnet.
A. In Essigsäure lösliche Bestandtheile		= 8,225 %	
Kohlensaures Eisenoxydul	2,726		32,84
Kohlensaure Kalkerde	4,030		48,55
Kohlensaure Magnesia	1,546		18,62
	8,302		
B. In Salzsäure löslich		= 5,947 %	
Kieselsäure	1,856		32,15
Thonerde	1,026		17,76
Eisenoxydul	0,874		15,14
Kalkerde	0,368		6,36
Magnesia	0,303		5,25
Kali (Natron)	0,302		5,22
Wasser	0,805		13,93
Phosphorsäure	0,243		4,20
	5,777		
C. Unlöslicher Theil		= 85,828 %	
Kieselsäure	75,867		89,19
Thonerde	5,968		7,01
Eisenoxyd	0,255		0,30
Kalkerde	0,374		0,44
Magnesia	0,340		0,40
Kali (Natron)	1,158		1,36
Wasser	1,192		1,40
	85,154		

Herget glaubt aus der chemischen Zusammensetzung der Grauwacke schliessen zu dürfen, dass solche hervorgegangen aus der Zertrümmerung eines dem grauen Gneiss des Erzgebirges analogen Silicatgesteines.

Sandstein. Ausser den als „Grauwacke" bezeichneten Sandsteinen kommen noch andere vor. Sie bestehen gewöhnlich nur aus kleinen Quarz-Körnchen, durch thoniges, kieseliges, seltener kalkiges Cäment verbunden und öfter durch Eisenoxydhydrat gefärbt: gelb, braun, grau.

Accessor. Gemengtheile: zumal Muscovit häufig; Körner von kaolinisirtem Orthoklas, Adern von weissem Quarz.

Thonschiefer. Dichte, scheinbar homogene Masse von meist ausgezeichneter Schiefer-Structur, bestehend aus einem innigen Gemenge von Thon, sehr feinen Quarz- und Glimmer-Theilchen. Farbe grau bis schwarz durch kohlige Stoffe, aber auch gelb, grün, braunlich. Die Spaltbarkeit ist bald mehr, bald weniger vollkommen, die Spaltungs-Flächen besitzen keinen so starken Glanz wie die Urthonschiefer, von welchen sie sich meist durch geringere Härte unterscheiden. Gleichlaufend mit der Hauptspaltung ist nicht selten eine zarte Fältelung.

Thonschiefer erlangen in vielen Gebieten der Uebergangs-Formation eine ausgedehnte Verbreitung; Rheinlande, Harz, Böhmen, Belgien, Cornwall, Norwegen.

Es lassen sich folgende Abänderungen unterscheiden:

Gemeiner Thonschiefer. Dick- bis dünnschieferig; häufig fein vertheilten Eisenkies, auch Muscovit-Schuppen enthaltend. Auf den Klüften oft mit einer Anthracit-artigen Substanz bedeckt; häufig von Adern weissen Quarzes durchzogen. Durch Aufnahme sandiger Bestandtheile in Grauwackeschiefer übergehend.

Dachschiefer (Tafelschiefer), d. i. Thonschiefer der sehr homogen, dünn- und geradschieferig, von schwarzer Farbe. Bildet gewöhnlich dünne Lagen zwischen den gemeinen Thonschiefern.

Sonneberg, Lehesten, Gräfenthal in Thüringen; Goslar, Lautenthal im Harz; im Siegenschen; Caub, Wissenbach in Nassau; Egerer Kreis in Böhmen.

Griffelschiefer, Thonschiefer von feinerdiger Beschaffenheit, welcher (in Folge gleichzeitiger gewöhnlicher und transversaler Schieferung) in stengelige Formen zu den sog. Griffeln spaltbar.

Steinach in Thüringen, Haasenthal bei Saalfeld.

Wetzschiefer, von Kieselsäure durchdrungene und sehr harte Thonschiefer-Masse; hellgrau, grünlichgrau. Bildet schmale Zonen im gemeinen Thonschiefer.

Sonneberg, Saalfeld, Thüringen; Lerbach, Harz.

Alaunschiefer, graulichschwarzer bis schwarzer, mehr oder weniger durch Kohlenstoff gefärbter Thonschiefer, enthält auf den Klüften und Spaltungs-Flächen viel reichlicher den Anthracit-artigen Ueberzug, wie die gewöhnlichen Thonschiefer. Fein vertheilter Eisenkies in der Gesteinsmasse gibt oft zu zarten Efflorescenzen von Alaun Veranlassung.

Gräfenthal, Sonneberg, Thüringer Wald; Saalfeld; Lautenthal, Harz; Hof, Fichtelgebirge; Reichenbach, Sachsen; Christiania.

Chemische Zusammensetzung. Unter den Analysen, welche wir von Thonschiefern der Uebergangs-Formation besitzen, verdienen namentlich die neueren von **A. Phillips** Erwähnung: es sind devonische Thonschiefer, sog. Killas aus Cornwall, von: 1) Dolcoath-Grube bei Camborne; 2) von Botallack und 3) Dachschiefer von Delabole.

	1.	2.	3.
Kieselsäure	67,34	40,27	58,25
Titansäure	0,13	0,15	0,23
Phosphorsäure	—	0,66	—
Thonerde	20,94	24,03	21,74
Eisenoxyd	2,68	4,26	7,15
Eisenoxydul	1,66	11,34	2,57
Kalkerde	2,10	4,16	0,40
Magnesia	—	6,46	1,09
Kali	0,58	1,66	2,44
Natron	3,34	3,54	1,04
Wasser	1,14	3,12	4,62
	99,91	99,65	99,53

Die mikroskopische Untersuchung von zahlreichen Thonschiefern, welche **Zirkel** in neuester Zeit anstellte, hat das unerwartete Resultat ergeben, dass dieselben nicht — wie man bisher annahm — nur aus klastischen Gesteins-Elementen bestehen, nur den erhärteten Schlamm früherer Gesteine darstellen, vielmehr mikroskopische, krystallisirte und krystallinische Gemengtheile bald in geringer, bald in grösserer Menge enthalten. Die untersuchten Schiefer (silurische und devonische) von Caub, Wissenbach, Saalfeld, Goslar und vielen anderen Orten lassen, was ihre Präparate betrifft, eine merkwürdige Uebereinstimmung wahrnehmen. — Die häufigsten, bei einer Vergrösserung von etwa 400 ins Auge fallenden, ächt krystallinischen Gebilde sind: feine, gelbbraune Nadeln, die gewöhnlich der ursprünglichen Schieferung parallel gelagert, unter sich keinen Parallelismus zeigen. Die dunkle Farbe der meisten Thonschiefer wird durch diesen in so reichlicher Menge vorhandenen krystallinischen Bestandtheil (vielleicht Hornblende) hervorgebracht. — Ein zweites krystallinisches Element der Thonschiefer sind hellgrüne, gelbliche von Krystallflächen begrenzte Blättchen eines Glimmer- oder Talk-artigen Minerals, demjenigen in den Thonglimmerschiefern ähnlich. Ferner enthalten die Thonschiefer Körnchen eines Erzes, theils Eisenkies, theils Magneteisen, so wie Schuppen von Kalkspath. Als klastische Elemente in den Thonschiefern wurden erkannt: grünliche Aggregate von Glimmer oder Talk; eckige Fragmente von Feldspath und Quarz; endlich farblose Partien, die bald rundlich, bald wie ein cämentirender Grundteig Alles durchdringen, einer amorphen, wohl opalartigen Substanz. — Aus **Zirkel's** Beobachtungen geht hervor, dass dieser mikroskopisch-halbkrystallinische Zustand der Thonschiefer ein ursprünglicher, den sie vor ihrer Verfestigung wahrscheinlich erhielten.

Quarzit (Quarzfels.) Feinkörnige bis scheinbar dichte Masse von splitterigem Bruch. Die Körner meist nicht über Hirsekorn-Grösse, eckig, linsenförmig. Weiss, grau, gelblich.

Accessor. Gemengtheile, besonders Muscovit, Sericit, Körner von Orthoklas. Muscovit und Sericit treten — wie **C. Lossen** bemerkt — in den

Quarziten des Taunus zuerst in Lamellen oder Schuppen in der körnigen Masse, besonders auf den Schichtungsflächen zusammen auf. Sobald sie sich reichlicher einstellen ordnen sie sich meist parallel und fangen an die Structur zu beherrschen; es entstehen dann die sog. Quarzitschiefer.

Sehr häufig in der Uebergangs-Formation, meist in der Form von Kuppen, isolirten Stöcken, langgestreckten, Mauer-ähnlichen Massen. Taunus, Eifel, Hundsrück, Harz, Böhmen.

Quarzitsandsteine. So nennt **C. Lossen** gewisse Gesteine des Taunus, die zuweilen Glimmer oder Sericit enthalten. „Zweierlei Bedingung kann den Sandsteinähnlichen Habitus für das Auge und zumal für das Gefühl hervorrufen: das Fehlen des quarzigen Bindemittels (beziehungsweise der innigen Verschmelzung der Körner, welche doch wohl nur in einem unsichtbaren, äusserst feinen, krystallinischen bindenden Quarzhäutchen oder gleichsam in einer unsichtbaren Verzahnung der mikroskopisch facettirten Oberflächen ihre Erklärung finden dürfte) oder das Ueberhandnehmen des Eisenoxyds oder erdiger thoniger Schiefermasse durch das Gestein."

Kieselschiefer von grauer, schwärzlichgrauer oder schwarzer Farbe, auf den Klüften von Anthracit-artigem Ueberzug bedeckt, von weissen Quarz-Adern durchzogen.

Häufig in vereinzelten Bergen, Kuppen und Felsen, besonders im Gebiete des Thonschiefers; so bei Hof, Bayern; Selkethal, Thüringer Wald; Lerbach, Clausthal, Harz; Pausa, Schleiz, Voigtland; Prag, Kommotau, Böhmen.

Kalkstein. (Uebergangskalk, Grauwackekalk.) Gewöhnlich dichte Masse von grauer, schwärzlicher oder schwarzer Farbe, aber auch gelb, weisslich oder roth. Häufig von Adern weissen Kalkspathes durchzogen, gefleckt, gebändert.

Chemische Zus. Die Kalksteine der Uebergangs-Formation sind selten rein, sondern enthalten die verschiedensten Beimengungen; manche sind reich an Eisenoxyd, die sog. Eisenkalksteine. (S. oben S. 33.) Es seien hier nur angeführt: 1) „Stringocephalenkalk" von Staffel in Nassau, nach **Wicke,** und nach Mittheilungen **v. Dechens:** 2) thoniger devonischer Kalk von Lüdenscheid und 3) blauschwarzer Kalk von Oberkirch an der Lenn.

	1.	2.	3.
Kohlens. Kalkerde	92,68	58,25	41,4
Kohlens. Magnesia	0,05	—	19,9
Kohlens. Eisenoxydul	—	4,35	15,9
Kieselsäure	—	23,80	15,3
Thonerde	2,75 (Thonerde und Eisenoxydul)	11,65	4,8
Eisenoxydul		—	1,2
Fluorcalcium	1,12	Magnesia 0,53	0,6
Kohle	1,03	1,90	0,9
Unlösliches	2,75	—	—
	100,38	100,48	100,00

Interessant ist der von **Fresenius** in mehreren sog. Stringocephalenkalksteinen Nassaus nachgewiesene Phosphorsäure-Gehalt; so z. B. in dem von Heistenbach 0,348 %.

Flaserkalkstein. Häufig nehmen die Kalksteine Lamellen, Blätter von Thonschiefer auf, wodurch eine Flaserstructur entsteht, die für gewisse jüngere (oberdevonische) Kalksteine sehr bezeichnend.

Oolithe, oolithische Kalksteine, fehlen der Uebergangs-Formation nicht; sie scheinen vorzugsweise in der älteren Abtheilung zu Hause zu sein.

Husbyfiöl und Gröttlingbo auf Gothland; Christiania; Petersburg; Malvern-Hügel.

Die Kalksteine der Uebergangs-Formation besitzen eine nicht unbedeutende Verbreitung; sie erscheinen 1) in lang gestreckten Zügen und Zungen, selbständige Schichten-Systeme bildend; oder 2) in Lagern und Stöcken, den Thonschiefern untergeordnet, auch mit solchen wechsellagernd; 3) in Nieren und Knollen in den Thonschiefern.

Dolomite sind ebenfalls wichtige, wenn auch mehr untergeordnete Gebirgsglieder. Sie erscheinen meist in Verbindung mit Kalksteinen, von denen sie sich durch grössere Härte und Schwere, durch das Auftreten von Bitterspath-Rhomboedern in Höhlungen oft unterscheiden.

Chem. Zus. des Dolomits von Stromberg nach **H. Lossen:** 35,17 Kalkerde, 6,76 Magnesia, 0,17 Manganoxydul, 4,55 Eisenoxydul, 1,64 Eisenoxyd, 33,99 Kohlensäure, 13,76 unlöslicher Rückstand. S. = 98,58.

Mikroskopische Untersuchung silurischer Dolomite und Kalke von der Insel Oesel durch **v. Fischer-Benzon** hat ergeben, dass in diesen Gesteinen der beigemengte Thon gleichsam als Grundmasse erscheint, in welcher farblose Kalkspath- oder Bitterspath-Krystalle liegen. Die Hohlräume und Korallenkelche im Gestein sind mit Kalkspath-Krystallen ausgefüllt; ausser zahlreichen Hohlräumen enthalten sie Flüssigkeits-Einschlüsse mit beweglichen Bläschen.

Dolomite finden sich in der Uebergangs-Formation bei Gerolstein in der Eifel, bei Dietz, Oranienstein in Nassau; bei Brilon, Iserlohn in Westphalen, bei Giessen u. a. O.

Es seien endlich noch jene, bereits oben erwähnten Gesteine aufgeführt, welche obwohl den krystallinischen Schiefergesteinen der azoischen Formations-Gruppe petrographisch entsprechend, durch ihre innige Verknüpfung mit Grauwacken, Thonschiefern und anderen Gesteinen der Uebergangs-Formation sich als gleichalterige Bildungen kund geben. Derartige Gesteine sind sehr verbreitet im Taunus; wir verdanken **C. Lossen** eine vortreffliche Schilderung derselben. Ein Theil derselben wurde zeither auch unter dem allgemeinen Namen Taunusschiefer aufgeführt.

In diesen Gesteinen betheiligt sich an der Zusammensetzung besonders der Sericit, nach **Lossen** eine selbständige Species; kein Glimmer, aber ein den Glimmern verwandtes Mineral. Der Sericit spielt in den Schiefern des Taunus eine ähnliche Rolle, wie der Glimmer in den älteren krystallinischen Schiefern.

Sericitgneisse. Deutliche körnig-schieferige oder flaserige Gemenge von

Sericit, Albit und Quarz; seltener auch mit Glimmer und einem chloritischen Mineral.

Es lassen sich unterscheiden:

Quarzreiche, chloritfreie oder arme Sericitgneisse. Namentlich am Fusse des rechtsrheinischen Taunus, bei Sonnenberg, Rambach, Dotzheim bei Wiesbaden u. a. O.

Albitreiche, quarzarme chloritische Sericitgneisse. Im linksrheinischen Taunus, bei Gebroth u. a. O.

Sericitglimmerschiefer, Gesteine, in denen deutlich lagenweise oder körnig, Quarz mit Sericit-Lamellen in schieferiger oder körnigschieferiger Structur abwechselt und Albit nur accessorisch auftritt.

Namentlich auf dem r. Rheinufer bei Kiedrich am Scharffenstein, bei Frauenstein, Soden u. a. O.

Sericitphyllite. Dahin gehören alle dichten Sericitschiefer, in denen das unbewaffnete Auge die einzelnen Bestandtheile nicht mehr zu unterscheiden vermag.

Grüne Sericitphyllite: aus Sericit, Albit, einem chloritischen Mineral, wenig Quarz und etwas Magneteisen bestehend. Rothe Sericitphyllite aus Sericit (oder statt dessen Glimmer), aus Quarz und einem chloritischen Mineral zusammengesetzt.

Glimmerphyllite, mit dem Auge noch erkennbaren Glimmer-Blättchen und Dachschiefer-ähnliche Phyllite, ganz dicht, dünnschieferig.

Augitschiefer. Diese eigenthümlichen grünen Schiefer mit deutlich ausgeschiedenem Augit, an deren Zusammensetzung sich noch Albit, Sericit, Chlorit, Kalkspath, Quarz, untergeordnet Magneteisen, Eisenglanz, Eisenkies betheiligen.

Lossen unterscheidet Sericit-Augitschiefer: zeigen in einer grünlichgrauen, Diabasartigen Grundmasse kleine Augit-Krystalle: Winterburg, Argenschwang, Dalberg u. a. O.; ferner: Sericitkalkphyllit, grüne Schiefer, die oft blätterigen Kalkspath ausgeschieden enthalten.

Ausser diesen im Taunus auftretenden Gesteinen seien noch erwähnt die im Harz namentlich vorkommenden:

Flaserporphyre (Porphyroide.) Geschichtete Gesteine, die eine felsitische Grundmasse besitzen, welche durch Lamellen oder Schuppen von Glimmer oder Sericit eine flaserige oder schieferige Structur erlangen, verbunden mit einer porphyrartigen, durch Einsprenglinge eines feldspathigen Minerals (Orthoklas oder Albit) und Körner oder Krystalle von Quarz. Diese porphyrartigen, krystallinischen Schiefer halten oft, wie **Lossen** bemerkt, die Mitte zwischen einer dichten Hälleflinta und einem flaserig-körnigen Gneiss. — Die Flaserporphyre sind im Harz keineswegs nur an die Grenze gewisser Eruptivgesteine (Diabas) gebunden, sondern treten in ausgedehnten Systemen als Glieder der Uebergangs-Formation auf. — Auch innerhalb der ältesten Schieferzone Thüringens treten lagerhaft solche Porphyroide auf; sie haben nach **Richter** ihre Hauptentwickelung zwischen Schwarzenbrunn und Sitzendorf.

Eintheilung der Uebergangs-Formation.

Die Uebergangs-Formation wird in drei Abtheilungen gebracht; nämlich: 1) eine unterste, die cambrische Formation, 2) eine

mittlere, die silurische Formation und 3) eine oberste, die devonische Formation.

Die Namen cambrisch und silurisch beziehen sich auf gewisse Volksstämme, die Cambrier und Silurer, welche in dem jetzigen Wales, Cumberland und anderen Gegenden Englands wohnten und einst den eindringenden Römern energischen Widerstand leisteten. — Der Name devonisch nach der Verbreitung in Devonshire.

Diese Eintheilung der Uebergangs-Formation wurde durch den englischen Geologen **Murchison** eingeführt, der nach längeren Forschungen im westlichen England zu dem Resultat gelangte, dass die dortigen, viele tausend Fuss mächtigen Ablagerungen von Grauwacken, Thonschiefern und Kalksteinen sich in einzelne auf einander folgende, durch bestimmte organische Reste characterisirte Abtheilungen bringen lassen. In Deutschland, in Norwegen und anderen Ländern, wo man bis zu jenem Zeitpunkte (1839) vergebens eine Gliederung der Uebergangs-Formation versucht hatte, an den verwickelten Lagerungs-Verhältnissen und der Seltenheit organischer Reste auf grosse Strecken hin, wiederholt gescheitert war, wurde nun **Murchison's** Eintheilung allgemein als Grundlage angenommen.

1) Die cambrische Formation.

Verbreitung. Hauptsächlich in Grossbritannien. In England im nördlichen und südlichen Wales, in Shropshire; in Schottland in Ross und Sutherland; in Irland in den Umgebungen von Dublin. In Thüringen. — In Schweden in der Nähe des Wener Sees.

Von den Versteinerungen.

Von organischen Resten finden sich besonders Meerespflanzen, Fucoiden.

Oldhamia radiata **Forb.** } Bei Wicklow in Irland.
Oldhamia antiqua **Forb.** }
Phycodes circinnatum **Richt.** In Thüringen.

Vorkommen der cambrischen Formation.

Ausgezeichnet entwickelt ist dieselbe in England in Shropshire, wo sie die sog. Longmynd-Gruppe bildet, benannt nach den Bergen von Longmynd.

Die Longmynd-Gruppe zerfällt in zwei Abtheilungen:

1) Untere Abtheilung: Schiefer von Llanberis. Schiefermassen, namentlich ausgezeichnete Dachschiefer bei Tremadoc, und untergeordnete Sandsteine in einer Mächtigkeit von etwa 3000 F.
2) Obere Abtheilung: Die Sandsteine von Harlech; nahezu 6000 F. mächtige Sandstein-Massen.

In Thüringen bei Schwarzburg, Breitenbach u. a. O. treten graulichgrüne, etwas glimmerige Thonschiefer auf, denen zuweilen Quarzit-Bänke eingeschaltet. Die bis jetzt aufgefundenen organischen Reste gehören einem Fucoiden, *Phycodes circinnatum* **Richter** an, vielleicht ident. mit *Chondrites circinnatus*.

In Schweden am Wener See kommen quarzige Sandsteine mit Wellenfurchen vor, welche undeutliche, Pflanzen-ähnliche Reste enthalten und als „Fucoiden-Sandsteine" aufgeführt werden.

2) Die silurische Formation.

Verbreitung. Die silurische Formation besitzt in Europa eine bedeutende Entwickelung. In England namentlich in Wales, Herefordshire und Shropshire; im südlichen Schottland, in Irland in Londonderry; in Frankreich in der Bretagne; in Spanien und Sardinien. In Deutschland namentlich am Harz, im sächsischen Voigtlande, in Thüringen, im Reussischen, in der Umgebung von Hof, in den Salzburger Alpen, sehr ausgezeichnet in Böhmen. Ferner durch einen grossen Theil von Schweden, Norwegen, Russland, namentlich in Esthland; am bedeutendsten ist aber die Entwickelung des Silurs in Nordamerika, besonders in New York.

Von den Versteinerungen.

Pflanzen und Thiere erscheinen in der silurischen Formation fast gleichzeitig. Sie sind sämmtlich Meeresbewohner.

Die Pflanzen werden hauptsächlich durch Fucoiden vertreten.

Die Thiere zeigen — den Pflanzen gegenüber — eine viel bedeutendere Entwickelung und Mannichfaltigkeit.

Am hervorragendsten erscheinen:

Spongien sind durch einige verbreitete Arten vertreten.

Polypen oder Korallenthiere mit mehreren Geschlechtern und besonders mit der auf die silurische Formation beschränkten Familie der Graptolithen.

Echinodermen oder Strahlthiere werden vorzugsweise durch Krinoideen vertreten.

Unter den Mollusken spielen, was Zahl der Arten und Individuen betrifft, Brachiopoden die Hauptrolle; Pelecypoden, Gasteropoden und zumal Pteropoden sind vertreten; eine grössere Bedeutung wie im Devon gewinnen aber die Cephalopoden.

Crustaceen. Die Trilobiten gehören zu den bezeichnendsten Thierresten der silurischen Formation.

Die Eintheilung der letzteren in eine untere und obere Abtheilung ist einzig auf die organischen Reste gegründet.

Unter den wichtigeren Leitfossilien der silurischen Formation dürften folgende hervorzuheben sein.

A. *Pflanzen.*

Harlania Halli **Goepp.** *(Arthrophycus Harlani* **Hall.)** Diese Fucoide findet sich in undeutlichen, wulstförmigen regellos übereinander gehäuften Zweigen in

grosser Menge, die Oberfläche eines rothen Sandsteines bedeckend. Obersilurisch. Westlicher Theil von New York, Canada, Virginien.

Chondrites antiquus **Sternb.**

Dictyonema Hisingeri **Goepp.**

B. *Thiere.*

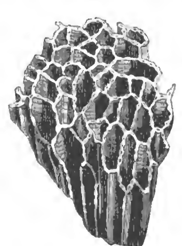
1) Spongien.

Astylospongia praemorsa **Roem.** Obersilur. Tennessee, auf Gottland; weit verbreitet als Geschiebe von Holland bis Königsberg.

Aulocopium aurantium **Roem.** Esthland, Sadewitz bei Oels.

2) Polypen.

Halysites catenularia **Edw.** u. **Haime.** Weit verbreitet, namentlich in obersilurischen Schichten.



Halysites catenularia.

Halysites escharoides **Edw.** u. **Haime.** Ebenfalls sehr verbreitet.

(Diese beiden Polypen, zumal die erste, gehören zu den besonders wichtigen Leitfossilien; das Geschlecht *Halysites* ist einzig auf die silurische Formation beschränkt.)

Heliolithes interstincta **Edw.** u. **Haime.** Mittel- und obersilurisch; sehr häufig auf Gottland.

Monticulipora Petropolitana **Edw.** u. **Haime.** Besonders in untersilurischen Schichten in Schweden und Russland.

Calamopora Gottlantica **Lam.** In mittleren und obersilurischen Schichten.

Cyathaxonia Dalmani **Edw.** u. **Haime.** Auf Gottland sehr häufig.

Omphyma (Cyathophyllum) turbinatum **Goldf.**

Syringopora bifurcata **M'Coy.** Obersilur.

Graptolithus. „Körper sehr verlängert, linearisch mehr oder minder zusammengedrückt, gerade oder gekrümmt, selten in ebener oder conischer Spirale aufgerollt. Eine oder beide Seiten des linearischen Körpers sind mit schief gegen die Axe stehenden, meist zahnartig vorragenden aneinander stossenden Zellen besetzt, welche sich nach aussen öffnen und ausserdem nach innen in einen gemeinschaftlichen Längscanal des Körpers einmünden. Dieser Kanal lehnt sich seinerseits an die feine, solide Längsaxe, welche bei den mit einfacher Zellenreihe versehenen Formen an der dem Zellen tragenden Rande entgegengesetzten Seite liegt, bei den zweizelligen

Formen dagegen eine doppelte Scheidewand bildet, durch welche die innere Höhlung des Körpers in zwei völlig getrennte Längscanäle getheilt wird.“ **(F. Roemer.)** — Die Graptolithen fanden sich bisher nur in der silurischen Formation und zwar hauptsächlich an der Grenze zwischen der unteren und oberen Abtheilung. Bei ihrer leicht zu erkennenden, eigenthümlichen Form gehören sie zu den am meisten characteristischen Resten der silurischen Formation. Sie besitzen eine ausserordentliche Verbreitung; gewöhnlich erscheinen sie in Schiefern plattgedrückt, selten besser erhalten mit rundlichen Querschnitten in Kalkstein. In Deutschland im sächsischen Voigtlande, bei Reichenbach, Plauen, bei Ronneburg, Schleiz im Altenburgischen; in Schlesien; Böhmen; Bretagne, in Frankreich; in England, zumal in den Schiefern von Skiddaw; in Norwegen bei Christiania, in Russland, Nordamerika. Neuerdings wurden durch **Stur** in den Südalpen im Gailthal Graptolithen aufgefunden. — Man unterscheidet verschiedene Geschlechter und Arten der Graptolithen-Familie: *Monograpsus priodon* **Bronn** (von **Richter** unter andern in fusslangen Exemplaren gefunden) und *Monograpsus turriculatus* **Barr.**, *Mon. gemmatus* **Barr.** Ferner *Diplograpsus teretiusculus* **His**, *D. folium* **His.** und *D. pristis* **His.**

Graptolithus.

3) Krinoiden.

Cyathocrinus rugosus **Goldf.** Obersilurisch.

Caryocrinus ornatus **Say.** Lockport, New York.

Echinosphaerites aurantium **Wahl.** In unter- und mittelsilurischen Schichten, besonders in Kalksteinen Russlands und Schwedens in grosser Menge.

4) Brachiopoden.

Spirifer elevatus **Dalm.** Obersilur.

Spirifer crispus **His.** Mittel und Obersilur.

Cyrtia trapezoidalis **Dalm.** Obersilur, besonders in Kalksteinen Böhmens, Schwedens, Englands.

Atrypa reticularis **Linn.** In obersilurischen Schichten bei Prag, in Russland, England; aber auch in devonischen.

Rhynchonella borealis **Schl.** Obersil., im Kalk Englands und Schwedens.



Pentamerus Knigthii.

Pentamerus Knightii **Sow.** Sehr häufig in obersilurischen Kalksteinen („Pentamerus-Kalke“), wie bei Aymestry in England, in Böhmen.

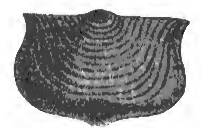
Pentamerus galeatus **Dalm.** Obersil. (auch devonisch.)

Orthis elegantula **Dalm.** Obersil., in Kalkstein.

Orthis vespertilio **Sow.** Untersil., Shropshire.

Orthis lynx **Eichw.** In Kalksteinen Nordamerikas sehr häufig, in Russland, bei Sadewitz.

Strophomena depressa **Sow.** Ausserordentlich verbreitet durch das ganze Silur, aber auch devonisch.



Strophomena depressa.

Obolus Apollinis **Eichw.** Häufig in den untersten silurischen Sandsteinen Russlands.

Lingula (Lingulella) Davisii **M'Coy.** Untersil., in den „Lingula-Platten" von Dolgelly, Wales.

5) Pelecypoden.

Cardiola interrupta **Sow.** Weit verbreitet und gesellig, in obersilurischen Schichten im Fichtelgebirge, im Salzburgischen, bei Prag, in England.

6) Gasteropoden.

Euomphalus Gualteriatus **Sow.** Untersil., Schweden, Russland.

Maclurea Logani **Salt.** Im Silur Nordamerikas, zumal in Canada.

7) Pteropoden.

Tentaculites subconicus **Gein.**
Tentaculites infundibulum **Richt.**
Tentaculites Geinitzianus **Richt.**
} Sehr häufig in den obersilurischen „Tentakuliten-Schichten" Thüringens.

Tentaculites annulatus **Schl.** Obersilur, auf Kalkstein-Klüften: Gottland; als Steinkern in Sandsteinen: Llandovery, S. Wales.

8) Cephalopoden.

Orthoceras regulare **Schl.** In mittel- und obersilurischen Kalksteinen Schwedens und Russlands.

Orthoceras duplex **Wahl.** Desgl.

Orthoceras Ludense **Sow.** Obersil.

Orthoceras Bohemicus **Barr.** Obersil. Böhmen.

Lituites cornu arietis **Sow.**

Phragmoceras ventricosum **Sow.** In untersilurischen Schichten.

9) Anneliden.

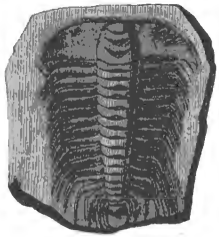
Nereites Sedgwicki **Murch.**
Nereites Beyrichi **Richt.**
Nereites M'Leayi **Murch.**
} In den obersilurischen „Nereiten-Schichten" Thüringens sehr häufig.

10) Crustaceen.

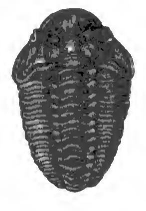
Die so sehr wichtige Familie der Trilobiten (vergl. über dieselben oben S. 160), welche im Silur ihre Hauptentwickelung besitzt und durch mehr denn 120 Geschlechter mit etlichen 1000 Arten vertreten ist.

Paradoxides Bohemicus **Barr.** } Untersilurisch, besonders in Böhmen.
Paradoxides spinosus **v. Buch** }

Paradoxides Davidis **Salt.** In den untersten silurischen Schichten der „Menevian-Gruppe“ bei Dolgelly. (Nach **Lyell** der grösste in England bekannte Trilobit, fast 2 F. lang.) [1])



Paradoxides spinosus.



Calymene Blumenbachii.



Zusammengerollt.

Ellipsocephalus Hoffi **Schl.** } Untersil., Böhmen.
Conocephalus Sulzeri **Schl.** }

Olenus micrurus **Salt.** Untersil.

Agnostus pisiformis **Brongn.** Untersil., in den Kalknieren der schwedischen Alaunschiefer.

Agnostus integer **Beyr.** Sehr klein, untersil., bei Ginetz in Böhmen.

Asaphus expansus **Dalm.** Mittelsil., Christiania, Schweden, Russland.

Asaphus tyrannus **Murch.** Untersil.

Ogygia Buchii **Goldf.** Mittelsil. Angers, Frankreich.

Calymene Blumenbachii **Brongn.** Obersil. Sehr verbreitet: Ludlow- und Wenlock-Gruppe in England, Schweden, Norwegen, Böhmen.

Illaenus crassicauda **Wahl.** Mittelsil.

Sao hirsuta **Barr.** Untersil. Böhmen.

Arethusina Konincki **Barr.** Mittel- und obersil. Böhmen.

Ueber eigenthümliche Veränderungen, welche mehrere Trilobiten-Geschlechter mit zunehmendem Alter wahrnehmen lassen, hat **Barrande** Beobachtungen mitgetheilt. Es finden namentlich Aenderungen am Kopfschild, Einschaltungen von mehr Rumpfsegmenten statt. — Die Fähigkeit den Körper einzurollen soll vielen Trilobiten der sog. Primordial-Fauna fehlen; man will daraus schliessen, dass sie weniger, denn die späteren, Verfolgungen ausgesetzt waren.

---

[1]) Durch **Bayan** wurde in den Schiefern von Angers ein Trilobiten-Rest aufgefunden, der auf eine Länge von fast 80 Cntm. schliessen lässt.

Lophyropoden, kleine Schalenkrebse sind schon in der silurischen Formation vertreten, durch *Beyrichia*, welche Gattung häufig in Geschieben der Mark, in obersilurischen Schichten Thüringens, in Schweden und England vorkommt.

11) Fische.

Die ältesten Fisch-Reste wurden in den obersilurischen Schichten Englands (Ludlow-Gruppe) entdeckt. Sie bestehen aus Flossenstacheln und Schuppen der Gattungen *Onchus* und *Plectrodus*.

Eine nähere Betrachtung der Fauna der silurischen Formation ergibt dass solche verschiedene Stadien der Entwickelung durchlaufen hat, worauf **Barrande** seine drei Faunen gründete, die verschiedenen Abtheilungen der Formation entsprechen, wo dieselbe vollständig entwickelt ist.

1) Primordiale Fauna, gehört den untersten Schichten an. Sie wird characterisirt durch einige Trilobiten-Geschlechter, die ausschliesslich auf sie beschränkt; die wichtigeren sind: *Paradoxides*, *Conocephalus*, *Olenus*, *Ellipsocephalus*, *Sao;* einige Species der Brachiopoden-Geschlechter *Lingula*, *Orthis*, *Obolus*. 2) Die zweite Fauna, viel reichhaltiger, wird abermals durch Trilobiten characterisirt, jedoch sind es mit wenig Ausnahmen andere und weit mehr Geschlechter. Unter den Mollusken spielen Brachiopoden und Cephalopoden die Hauptrolle. Graptolithen haben hier, besonders im oberen Theil ihre grösste Verbreitung. 3) Die dritte silurische Fauna steht an Reichthum der ersten nicht nach. Die Trilobiten erscheinen wohl mit der grössten Anzahl von Arten, aber mit wenig neuen Geschlechtern. Neben den Trilobiten stellen sich noch andere Krebse ein. Cephalopoden sind auch sehr zahlreich, ebenso die Brachiopoden, jedoch meist neue Arten, weniger neue Geschlechter. Gastropoden und Pelecypoden finden sich reichlicher ein. Es gewinnen nun die Krinoiden, noch mehr aber die eigentlichen Korallen Bedeutung. Die Graptolithen treten zum letzten male auf. An der obersten Grenze erscheinen die ersten Fische.

Diese drei Faunen hat **Barrande** bekanntlich zuerst auf das von ihm so genau durchforschte Silurbecken Böhmens aufgestellt; später hat man sie auch mehr oder weniger analog anderwärts nachgewiesen, jedoch wohl meist nur mit einer Uebereinstimmung des allgemeinen Characters, keineswegs mit einer Uebereinstimmung der Arten. Der früher und noch jetzt von manchen Geologen ausgesprochene Satz: dass die Verschiedenheit der Thiere in gleichalterigen geologischen Bildungen in der Reihe der sedimentären Formationen erst mit dem Tertiärgebirge statt finde, wird schon in den ältesten Sedimentar-Formationen widerlegt, wie aus den weiter unten angeführten Beispielen von Böhmen und Hof ersichtlich. Durch Hebungen und Senkungen des Bodens werden die Verhältnisse des Lebens und damit auch die Beschaffenheit einer bestimmten Meeres-Fauna geändert; sie erklären die Verschiedenheit gleichalteriger Faunen verschiedener, oft nahe gelegener Gebiete.

Zu den merkwürdigen Erscheinungen in der silurischen Fauna Böhmens gehören Unterbrechungen in der normalen Reihe, indem ein Complex von Schichten inmitten anderer Schichten Reste von Thieren enthält, die einer anderen Stufe angehören. **Barrande** nennt diese Unterbrechungen Colonien; er erklärt sie: 1) durch eine gleichzeitige Existenz zweier Faunen, die in ihrer Gesammtheit be-

trachtet eigentlich auf einander folgen und 2) durch wiederholte Einwanderungen gewisser Arten, die Einwanderungen selbst wurden aber veranlasst durch die Ausbrüche von Grünsteinen und darauf folgende Niveau-Veränderungen.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der silurischen Formation.

In England, wo dieselbe, wie erwähnt, zuerst durch **Murchison's** langjährige Untersuchungen näher bekannt wurde, zeigt sie folgende Gliederung.

II. Obere Abtheilung.

Obere Ludlow-Gruppe, nach der Stadt Ludlow benannt.

Downton-Sandstein, feinkörnige gelbe und rothe Sandsteine beim Schlosse Downton unfern Ludlow, auch unter dem Namen „Tilestones", d. h. Ziegelsteine bekannt.

Bone bed an der Basis des Downton-Sandsteins, von geringer Mächtigkeit, mit zahlreichen Fischresten, zumal von **Onchus.**

Graue kalkige Sandsteine, auch glimmerig, häufig mit Wellenfurchen; unter den Petrefacten walten Brachiopoden vor.

Untere Ludlow-Gruppe.

Halbkrystallinischer, dunkler Kalkstein, bis zu 50 F. mächtig, besonders in den Umgebungen von Aymestry in Herefordshire entwickelt und graue thonige Schiefer mit Kalknieren. Der Kalkstein von Aymestry ist ausgezeichnet durch Reichthum an organischen Resten, zumal von *Pentamerus Knightii* **Sow.**, *Rhynchonella Wilsoni* **Sow.**, *Atrypa reticularis* **Linn.**, *Monograpsus priodon* **Bronn.**

Wenlock-Gruppe.

Wenlock-Kalk (nach der Stadt Wenlock), auch unter dem Namen Dudley-Kalk bekannt, ein wahrer Korallenkalk mit *Halysites catenularia*, vielen Trilobiten und Wenlock-Schiefer mit Kalknieren; endlich die Woolhope-Schichten bestehend aus Kalksteinen, Plattenkalken und Schiefern.

Llandovery-Gruppe, bildet den Uebergang der oberen in die untere Abtheilung. Die oberen Llandovery-Sandsteine enthalten Kalknieren, gehen nach unten zuweilen in Conglomerate über; die unteren Llandovery-Gesteine bestehen aus harten Schiefern und Conglomeraten und erreichen eine Mächtigkeit von 600 bis 1000 Fuss.

I. Untere Abtheilung.

Caradoc-Sandsteine (nach dem Berge Caradoc in Shropshire), gelbe, oft kalkige Sandsteine, reich an Brachiopoden und an Trilobiten, die hier ihre Hauptentwickelung erlangen (111 Species.)

Llandeilo-Platten (nach der Stadt Llandeilo in Caermarthenshire; dunkle, kohlige Schiefer, ungemein reich an Graptolithen (40 Species.)

Stiper-Felsen; quarzige Sandsteine, Quarzite.

Tremadoc-Schiefer, bei dem Städtchen Tremadoc in Caernarvonshire; dunkle Schiefer, bis 1000 F. mächtig.

Lingula-Platten, plattenförmige Kalksteine und Schiefer, bis 5000 F. Mächtigkeit erreichend, mit *Lingula Davisii.*

In Böhmen nimmt die Silur-Formation einen Flächenraum von ungefähr 20 Quadratmeilen ein in der Form eines elliptischen Beckens, dessen Schichten vom Rande nach der Mitte einfallen. In keinem Lande ist diese Formation so vollständig entwickelt und so ausgezeichnet erforscht. **Barrande** unterscheidet folgende (von ihm mit Buchstaben bezeichnete) Stockwerke oder Etagen.

H. Oberste Schiefer, gebreche gelbe oder graue Schiefer, wechsellagernd mit Quarziten. Wenige Brachiopoden, Tentaculiten und Trilobiten.

G. Oberster Kalk. Thonschiefer mit Kalknieren; Kalksteine wechsellagernd mit Thonschiefer. Die organischen Reste hauptsächlich durch Trilobiten vertreten.

F. Mittler Kalk. Durch Thonlagen getrennt, helle Kalksteine. Hauptentwickelung der Brachiopoden, zahlreiche Trilobiten.

E. Unterer Kalk. Dunkle, bituminöse Kalksteine; dann schwarze Graptolithen-Schiefer mit Kalk-Nieren.

Grünsteine und Schalsteine. — Ausserordentliche Fülle organischer Reste: Korallen, Graptolithen, Krinoiden, Brachiopoden, grosse Entwickelung der Cephalopoden, besonders von *Orthoceras*, dessen Individuen ganze Bänke erfüllen, etliche 70 Species von Trilobiten.

D. Schiefer mit untergeordneten Quarziten, darunter Quarzite mit Schiefer-Lagen; Conglomerate. Von organischen Resten Cystideen, einige Cephalopoden, Trilobiten.

C. Grüne Schiefer; sie werden scharf characterisirt durch die auf dieses Stockwerk beschränkten Trilobiten-Geschlechter *Conocephalus*, *Ellipsocephalus*, *Paradoxides* und durch die Seltenheit anderer Thierreste.

B. Thonschiefer, Kieselschiefer mit Grauwacken und Quarziten.

A. Krystallinische Schiefer.

Die Etage *C* umfasst die primordiale Fauna **Barrande's**, die Etage *D* die zweite, die übrigen bilden die dritte Fauna des silurischen Systemes.

Unter den Silurgebieten Deutschlands sind die im Fichtelgebirge, Thüringer Wald und im Harz die bedeutenderen.

Die Schichten-Folge des Silurs im Fichtelgebirge ist nach **Gümbel:**

6. Grüne und graue, leicht verwitternde Thonschiefer mit Zwischenlagen von Kieselschiefer.

5. Schwarze, weissgeaderte Encrinitenkalke mit schwärzlichem Thonschiefer.

4. Schwarzer Thonschiefer mit Kieselschiefer und Alaunschiefer, reich an Graptolithen *(Monogr. priodon.)*

3. Dünnschichtige Schiefer mit Kalkknollen.

2. Thonschiefer und Dachschiefer mit den ersten Thierresten (Primordial-Fauna.)

1. Grauwacken und Thonschiefer mit den ersten Pflanzenresten, sog. Phycoden-Schichten. (Phycoden d. h. Seetang, Fucoiden.)

Von ganz besonderem Interesse ist die Fauna der Schiefer von Hof, welche **Barrande** mit bekannter Genauigkeit untersuchte und Parallelen zwischen

den Faunen von Hof und Prag zog. In den silurischen Schiefern von Hof herrschen Trilobiten, was Zahl der Species und Individuen unter den Exemplaren betrifft. Die Trilobiten von Hof liefern ein Gemenge characteristischer Typen der silurischen Primordial-Fauna mit jener der zweiten, während die beobachteten Mollusken nur aus der Primordial-Fauna bekannte Formen zeigen (zumal Lingula-Arten.) Es bildet nach **Barrande** die silurische Fauna von Hof eine Uebergangs-Epoche, eine unbestreitbare Verbindung unter den beiden ersten Faunen der silurischen Aera. — Gewisse auffallende Verschiedenheiten in der Fauna von Hof und Böhmen: der Mangel jeder gemeinschaftlichen Species deutet auf das Nichtbestehen einer Communication zwischen beiden Gegenden. Wahrscheinlich bildete eine Kette krystallinischer Gebirge die natürliche Grenze zwischen beiden Gebieten, welche während der silurischen Periode jeder Verbreitung und Einwanderung von Organismen eine unübersteigliche Schranke bot.

In Thüringen tritt die silurische Formation in schmalen Streifen von Hohetanne bei Mengersgereuth bis Saalfeld auf und ist durch die gründlichen Forschungen von **R. Richter** näher bekannt.

Tentakuliten-Schiefer, weiche, gebreche Schiefer, welche in Menge Tentakuliten enthalten.

Nereiten-Schichten. Quarzit-Bänke und dünnblätterige, weiche, sandige Schiefer.

Tentakuliten-Schichten, dunkelfarbige Schiefer mit Kalk-Concretionen; Tentakuliten und Orthoceratiten.

Graue Kalksteine mit Ockerknoten (Ockerkalke) und weissen Kalkspath-Adern.

Alaunschiefer mit Quarzlamellen, nach Oben zuweilen in Zeichnenschiefer übergehend und Kieselschiefer von weissen Quarz-Adern durchzogen; Petrefacten verkiest.

Thonschiefer, gegen 1500 bis 2000 F. mächtig, stellenweise, bei Saalfeld, Döschnitz, mit dünnplattigen Quarziten.

Ueber die organischen Reste des Thüringer Silurs bemerkt **Richter,** dass in der unteren Abtheilung solche sehr selten, nur einige grosse Trilobiten getroffen werden, während die obere Abtheilung sehr reich. Von Pflanzen finden sich zumal Fucoiden (verschiedene Species von *Chondrites)* in den Nereiten-Schichten. Sehr eigenthümlich ist die Fauna. Die untersten Glieder, Alaunschiefer und Kieselschiefer, enthalten sehr viele fossile Reste, aber nur Graptolithen (verschiedene Species von *Monograpsus* und *Diplograpsus)*, während die Kalklager besonders Brachiopoden, aber noch keine Spur von Tentakuliten enthalten, die sich doch so zahlreich in den darauf folgenden Schichten einstellen. In den Nereiten-Schichten ist die Zahl der Tentakuliten noch im Zunehmen, aber sie treten noch zurück gegen die Herrschaft der Nereiten, die überall die Oberflächen der quarzitartigen Lagen bedecken, dann aber plötzlich verschwinden, um in den Schiefern solche den Tentakuliten so vollständig zu überlassen, dass dieselben, wie **Richter** bemerkt, fast als wesentlicher Gemengtheil der Schiefer betrachtet werden können.

Im Harze setzt die silurische Formation einen grossen Theil vom östlichen Theil des Gebirges zusammen; sie gehört der obersilurischen Abtheilungen, in ihren Grundzügen der dritten Fauna **Barrande's** entsprechend.

4. Zorger Schiefer.
3. Hauptkieselschiefer.
2. Wieder Schiefer, vorherrschend Thonschiefer, enthalten untergeordnet Kalksteine, Quarzite, Grauwacken. Die Kalke sind besonders wichtig als Niederlage der Petrefacten (bei Wieda, Harzgerode, Ilsenburg): am characteristischsten sind Brachiopoden und Trilobiten. In den Schiefern Graptolithen.
1. Tanner Grauwacke, sehr verbreitet.

In Norwegen ist die silurische Formation sehr entwickelt, zumal in den Umgebungen von Christiania und durch **Kjerulf** sehr genau erforscht.

2) Obere Abtheilung. Graue, bituminöse Kalksteine mit zwischenliegenden Mergelplatten; dünnschieferige, graue Mergel. Bis zu 600 F. Mächtigkeit erreichend. — Zahlreiche Graptolithen; z. B. *Monoprion ludense* in 10 Zoll langen Individuen; Korallen, *Tentaculites, Atrypa reticularis, Orthoceras.*

Kalksteine, reich an Versteinerungen; bis 280 F. mächtig. Viele Korallen; Schalen von *Pentamerus* sind zu einer ganzen Schicht angehäuft, grosse Individuen von *Orthoceras.*

Kalksandstein, wechselnd mit sandigem Mergelschiefer, Thonschiefer und Kalkschiefer, gegen 150 F. mächtig. Viele Korallen, besonders *Halysites catenularia.*

1) Untere Abtheilung. Dunkle Thonschiefer, wechselnd mit grauem Mergelschiefer voll von Kalk-Nieren; ungefähr 700 F. mächtig. Trilobiten und Graptolithen.

Orthoceratiten-Kalk in mächtigen Bänken mit Zwischen-Schichten von Thonschiefer; etwa 250 F. mächtig. Graptolithen, *Orthoceras duplex* und *vaginatum, Illaenus crassicauda, Asaphus expansus, Echinosphaerites aurantium.*

Alaunschiefer mit Lagen oder Knollen von Stinkstein, etwa 160 F. mächtig *Dictyonema, Agnostus.*

Conglomerate, Quarzite und Sandstein. In der unmittelbaren Umgebung von Christiania nicht, um so mehr im centralen Norwegen verbreitet.

Die Entwicklung der silurischen Formation in Schweden ist jener um Christiania so ähnlich, dass man — wie **Ferd. Römer** mit Recht hervorhebt — unmittelbar zusammenhängende Meerestheile, gleiche physikalische Verhältnisse voraussetzen muss. — Raum und Zweck des Buches gestatten nicht auf die Entwickelung der silurischen Formation in noch anderen Gegenden einzugehen. Es sei hier nur noch der interessanten Vergleichungen gedacht, welche **F. Römer** zwischen den Faunen verschiedener Silurgebiete anstellte. Mit der reichen Fauna der böhmischen Silurformation lassen die silurischen Gebiete in Deutschland: Harz, Thüringer Wald, Voigtland, dann von Frankreich, Portugal und Spanien, so wie der Gegend von Bogoslowsk eine ungleich grössere Analogie erkennen, als die Faunen der englischen, skandinavischen, russischen und nordamerikanischen Silurformationen. Demnach giebt es in Europa zwei Zonen der letzteren mit einem verschiedenen Typus der speciellen Fauna. Die eine dieser Zonen, die böhmische Facies repräsentirend, folgt der Längsaxe Europas von Portugal bis Bogoslowsk; die andere, die baltisch-skandinavische, umfasst das nordwestliche Europa, von Cornwall bis zur Petschora. Dem letzteren Typus scheint sich auch die silurische Fauna Nordamerikas anzuschliessen.

Steinsalz in der silurischen Formation. Sind allerdings bis jetzt keine Steinsalz-Lager aufgeschlossen, so ist doch an ihrem Vorhandensein nicht zu zweifeln.

Dies beweisen die zahlreichen Salzquellen in New-York, in Oneida, Seneca, Onondaga, ebenso in Pennsylvanien.

Steinkohle in der silurischen Formation. An mehreren Orten sind kleine Flötze von Anthracit und Steinkohle nachgewiesen worden.

Es sind Anthracit-artige Kohlen im Untersilur bekannt: bei Cork in Irland, ferner in Graptolithen-Schiefern der Llandeilo-Gruppe in Dumfriesshire.

Wie oben bemerkt wurde kennt man von fossilen Pflanzen in dem Silur nur Fucoiden. Dieselben sind vermöge ihrer niedrigen Organisation zur Erzeugung wirklicher Kohlenlager nicht geeignet, weil hierzu gefässreiche Pflanzen erforderlich. Daher bis jetzt auch alle Versuche auf brauchbare Kohlen im Silur zu keinem günstigen Resultate führten.

3) Devonische Formation.

Verbreitung. Die devonische Formation besitzt eine beträchtliche Verbreitung in England: Devonshire, Somersetshire, Cornwall; in Wales, Herefordshire, Worcestershire, Shropshire; im s. Schottland, in Irland. — In Frankreich besonders in der Normandie und in den Umgebungen von Boulogne; in Belgien in den Maas-Gegenden. — In Deutschland nimmt die devonische Formation grössere Flächenräume ein, wie die silurische; aus ihr besteht das ausgedehnte Schiefergebiet zwischen Trier, Arnsberg, Bonn, Bingen; Taunus, Westerwald, Hundsrück, hohe Veen, Eifel, Ardennen. Ferner im Harz, Thüringer Wald, Fichtelgebirge, in Schlesien im Glatzischen, in Mähren. Ausserordentlich ist die Verbreitung in Russland über einen Flächenraum von etwa 7000 Quadratmeilen in Kurland, Liefland, in den Bezirken von Petersburg, Pskow, Orel, Olonesch, Woronesch. Nicht minder grossartig ist die Ausdehnung in Nordamerika in den Staaten von New York, Ohio, Kentucky, Indiana; in Canada.

Von den Versteinerungen.

Die devonische Formation schliesst sich in ihrem Character an die silurische an.

Pflanzen sind im Allgemeinen auch hier nicht häufig und von so grosser Verbreitung, dass sie als „Leitpflanzen" gelten könnten. Wie im Silur erscheinen wieder Meerespflanzen durch Fucoiden vertreten; aber ausserdem auch Landpflanzen. Es sind zumal Gefässkryptogamen: Equisetaceen, die Gattung *Calamites* und die krautartigen Formen der Schafthalme[1]); verschiedene Geschlechter von Farnkräutern; ferner Bärlappgewächse, endlich Gymnospermen mit Coniferen. Durch ihre Landpflanzen, die hauptsächlich in der oberen Abtheilung vorkommen, schliesst sich die devonische an die Steinkohlen-Formation.

---

[1]) S. oben S. 153.

Unter den thierischen Resten sind Foraminiferen durch eine weit verbreitete Species vertreten. Die Korallen haben an Zahl der Geschlechter und Arten zugenommen, von Echinodermen finden sich Krinoiden und zwar die ächten, Actinoiden.

Unter den Mollusken spielen, wie überhaupt in der Uebergangs-Formation, Brachiopoden und Cephalopoden die vorherrschende Rolle, während Pelecypoden, Gasteropoden und Pteropoden reichlicher vertreten wie im Silur. Die Crustaceen haben wieder in den Trilobiten ihre Repräsentanten, jedoch mit einer ungleich geringeren Zahl der Geschlechter, Arten und Individuen. Neben ihnen gewinnen Entomostraceen grosse Bedeutung. Von Wirbelthieren sind es nur Fische, die in gewissen Gebieten häufig, aber in meist sonderbaren Formen sich einstellen.

Als wichtigere Leitfossilien der devonischen Formation, welche in drei Abtheilungen gebracht wird, dürften folgende gelten.

A. *Pflanzen.*

Halyserites Dechenianus **Goepp.** In der untersten Abtheilung in den Thonschiefern der Rheinlande sehr häufig, besonders Gegend von Coblenz.

Psilophyton princeps **Dawson.** Diese zu den Bärlappgewächsen gehörige Pflanze kann für die devonische Formation Nordamerikas (New York, Canada, Maine) als Leitpflanze gelten; sie hat während der Devonzeit die Rolle übernommen, welche *Stigmaria* in der Steinkohlenzeit spielte.

In Nordamerika ist besonders Canada durch seinen Reichthum an Pflanzen in der devonischen Formation ausgezeichnet. **Dawson** hat dieselben neuerdings sehr vollständig aufgezählt. Im Allgemeinen gleicht die devonische Flora durch das Vorwalten von Kryptogamen und Gymnospermen der Steinkohlen-Flora, beide haben, mit wenigen Ausnahmen, die nämlichen Gattungs-Typen gemein. Es ist aber auch die Devon-Flora Amerikas der europäischen ähnlich. — Es sei hier nur noch bemerkt, dass in den devonischen Gebieten Deutschlands das thüringische wohl hauptsächlich Pflanzen aufzuweisen hat, welche **Richter** neuerdings aufzählte. Farnkräuter und Calamarien sind vorwaltend, *Lepidodendron*, *Stigmaria* untergeordnet. Es finden sich die Pflanzenreste in einem den „Cypridinenschiefern“ untergeordneten Sandstein, den **Richter** als „Pflanzen-Sandstein“ bezeichnet. (Auch bei Moresnet unfern Aachen, Oberkunzendorf in Schlesien finden sich Pflanzen.)

B. *Thiere.*

1) Foraminiferen.

Receptaculites Neptuni **Defr.** Diese riesige Species ist häufig in den mittleren Schichten in Kalk: rechtes Rheinufer, Belgien, Schlesien.

2) Korallen.

Stromatopora polymorpha **Goldf.** Schon im Silur vorkommend, häufig im mittlen Devon im Kalk der Eifel, Westphalen, Nassau, Harz.

Pleurodictyum problematicum **Goldf.** Häufigste Koralle im Unterdevon; in Grauwacke als Steinkern.

Heliolithes porosa **Goldf.**
Favosites polymorpha **Goldf.** } Mitteldevon.

Alveolites suborbicularis **Lam.** Desgl.; Kalk der Eifel.

Aulopora repens **Knorr.** Mitteldevon. Der Polypenstock kriechend auf andern Körpern (z. B. auf *Alveolites)* aufsitzend. Westphalen, Eifel.

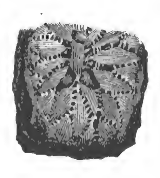
Cyathophyllum ceratites **Edw.** u. **Haime.** Unter- und Mitteldevon.

Cyathophyllum helianthoides **Goldf.**
Cyathophyllum caespitosum **Goldf.** } Mitteldevon.

Calceola sandalina **Linn.** Weit verbreitet im Mitteldevon, Leitfossil in den „Calceola-Schichten", in der Eifel, Westphalen, Harz, in Devonshire. (Diese Deckel tragende Koralle galt lange für eine Brachiopode.)

3) Krinoiden.

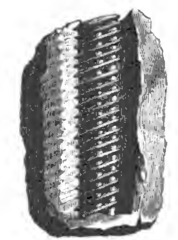
Ctenocrinus typus **Bronn.** Unterdevonisch, sehr verbreitet in der rheinischen Grauwacke, besonders um Coblenz und Siegen, gewöhnlich als Steinkern, sog. Schraubenstein.



Pleurodictyum problematicum.



Calceola sandalina.



Ctenocrinus typus.

Cupresssocrinus abbreviatus **Goldf.**
Cupressocrinus inflatus **Schultze.**
Eucalyptocrinus rosaceus **Goldf.**
Haplocrinus mespiliformis **Goldf.** } Mitteldevon, besonders Stielglieder; in der sog. Krinoiden-Schicht der Eifel.

4) Brachiopoden.

Spirifer paradoxus **Schl.** *(macropterus* **Goldf.).** Die Hauptleitmuschel im Unterdevon, in der Grauwacke, die als „Spiriferen-Sandstein" bezeichnet wird.



Spirifer paradoxus.



Spirifer speciosus.

Spirifer speciosus **Schl.** Sowohl in den obersten Schichten der rheinischen Grauwacke, als namentlich mitteldevon, in den Calceola-Schichten der Eifel.

Spirifer cultrijugatus **Roem.** Unterdevonisch, in der rheinischen, belgischen, Harzer Grauwacke, besonders aber Leitmuschel an der Basis des Mitteldevon, in der „Cultrijugatus-Stufe“. Der grösste unter den Spiriferen der Eifel.



Spirifer cultrijugatus.



Stringocephalus Burtini.

Spirifer Verneuili **Murch.** *(disjunctus* **Sow.)**. Sehr verbreitet in den oberen Schichten des Oberdevon (Verneuili-Schiefern) in den Rheinlanden, Nassau, Harz, Fichtelgebirge, England.

Pentamerus galeatus **Dalm.** Bereits im Silur auftretend und durch das ganze Devon, durch seine grosse vertikale wie horizontale Verbreitung ausgezeichnet; am häufigsten in den Calceola-Schichten.

Atrypa reticularis **Linn.** Schon im Silur häufig, aber im ganzen Devon weithin, allenthalben verbreitet.

Chonetes sarcinulata **Schloth.** Sehr häufige Leitmuschel des rheinisch-belgischen Unterdevon, aber auch bis in die Calceola-Schichten hinauf.

Orthis striatula **Schloth.** Durch das ganze Devon, allenthalben.

Stringocephalus Burtini **Defr.** Leitmuschel im Mitteldevon, im „Stringocephalen-Kalk“. Eifel, Westphalen, Harz, Belgien, England.

Uncites gryphus **Schloth.** Begleiter des Stringocephalus.

Rhynchonella parallelepipeda **Bronn.** Sehr häufig in mitteldevonischen Schichten: Eifel, Westphalen, Nassau, Belgien, England.



Rhynchonella cuboides.

Rhynchonella cuboides **Sow.** Leitfossil im Oberdevon in den „Cuboides-Schichten“, in den Rheinlanden, Westphalen, Harz.

5) Pelecypoden.

Pterinea costata **Goldf.** } Unterdevonisch.
Pterinea truncata **Roem.** }

Megalodon cucullatus **Sow.** Häufig im Stringocephalen-Kalk.

Cardiola retrostiata **v. Buch.** Sehr verbreitet im obersten Devon: Westphalen, Nassau, Eifel, Harz.

6) Gasteropoden.

Murchisonia bilineata **Goldf.** } Im Stringocephalen-Kalk.
Murchisonia angulata **Phill.**



Orthoceras regulare.



Clymenia annulata.



Goniatites retrorsus

7) Pteropoden.

Tentaculites scalaris **Schloth.** Unter- und Mitteldevon.

8) Cephalopoden.

Orthoceras regulare **Schloth.** Unterdevonisch, in Thonschiefer, „Orthoceras-Schiefer", verkiest bei Wissenbach in Nassau; auch oberdevonisch.

Orthoceras obliquescostatum **Sandb.** } Oberdevonisch, in den „Goniatiten-Schiefern."
Orthoceras subflexuosum **Keys.**

Goniatites compressus **Beyr.** } In den Orthoceras-Schiefern, oft verkiest.
Goniatites subnautilinus **Schloth.**

Goniatites retrorsus **v. Buch.** Sehr bezeichnend für die oberdevonischen Schiefer, mit Kalknieren; Büdesheim, Eifel; Nehden bei Brilon, Oberscheld, Nassau; Schübelhammer, Fichtelgebirge.

Clymenia laevigata **Münst.** } In oberdevonischen Schichten, „Clymenien-Kalke" im Fichtelgebirge, Thüringen, Schlesien.
Clymenia annulata **Münst.**

9) Crustaceen.


Cypridina serrato-striata.

Homalonotus crassicauda **Sandb.** Im Unterdevon, in der Eifel, in Nassau.

Phacops latifrons **Bronn.** Sowohl im unteren, wie im mittlen Devon der verbreitetste Trilobit, in den Rheinlanden, Eifel, Thüringen, Harz, Devonshire, Russland.

Cypridina serratostriata **Sandb.** Diese kleine Entomostracee ist Hauptleitfossil in den obersten devonischen Schiefern mit Kalk-Nieren, den „Cypridinen-Schiefern"; erscheint gesellig in grosser Menge in Nassau, Westphalen, Eifel, Thüringen, Fichtelgebirge, Harz.

10) Fische.

Endlich verdienen die merkwürdigen Fisch-Reste Erwähnung, welche man in einigen Gegenden, besonders im Old red Sandstone in Herefordshire und in Schottland nachgewiesen. Sie gehören zu den ungleichschwänzigen Ganoiden und werden hier nicht als Leitfossilien aufgeführt, sondern um darauf aufmerksam zu machen, dass sie sich durch ihren sonderbaren Bau von den Fischen späterer Formationen unterscheiden. Es sind zumal: *Coccosteus*, *Pterichthys* und *Cephalaspis*.


Cephalaspis.


Coccosteus.


Pterichthys.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der devonischen Formation.

In Grossbritannien erscheint dieselbe in zwei, petrographisch ganz verschiedenen Bildungen, welche aber als gleichalterige Ablagerungen zu betrachten sind.

In Schottland erscheint in grosser Verbreitung eine viel tausend Fuss mächtige Sandstein-Formation, der sog. „Old red Sandstone".

3. Obere Abtheilung. Gelbe Sandsteine, welche namentlich in Fife und bei Cork in Irland zahlreiche Fischreste enthalten (zumal von *Coccosteus*), bei Kilkenny ausserdem Landpflanzen (*Cyclopteris*, *Lepidodendron*). Auch auf den Orkney- und Shetlands-Inseln finden sich ähnliche Pflanzen führende Sandsteine.

2. Mittle Abtheilung. Mächtige Schichtenreihe von bituminösen Schiefern und plattenförmigen Gesteinen durch einen grossen Theil des nördlichen Schottland verbreitet und besonders in Caithness durch Reichthum an Fischen ausgezeichnet, deren Zahl sich auf 70 Arten belaufen soll. Eine der auffallendsten Formen ist *Pterichthys*.

1. Untere Abtheilung. Rothe Sandsteine, Dachschiefer, grüne und graue Schiefer, auf welche beträchtliche Conglomerate folgen; besonders an den Grampians. Auch hier merkwürdige Fischformen, wie *Cephalaspis*.

In England und Wales ist die Formation des Old red Sandstone ebenfalls mächtig entwickelt (bis zu 10,000 F.). Sie bestehen in ihrer oberen Abtheilung aus rothen Sandsteinen und Quarz-Conglomeraten, in ihrer unteren aus Schieferletten und Sandstein mit Nieren von Mergelkalk, sog. Cornstone. Enthält ähnliche Fische wie der schottische Old red Sandstone.

Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass in dieser ganzen, so sehr verbreiteten Sandstein-Formation von thierischen Resten vorzugsweise nur Fische gefunden wurden. Als deren Aequivalent, als gleichzeitige Bildung von entschieden marinem Typus ist die devonische Formation in Devonshire zu betrachten; sie nimmt — wie jene — ihre Stelle zwischen der silurischen und Steinkohlen-Formation ein. Dass beide Bildungen Aequivalente ist aber nur aus den Lagerungs-Verhältnissen, nicht aus den organischen Resten zu schliessen.

Die devonische Formation des nördlichen Devonshire zerfällt in drei Abtheilungen.

3. Obere oder Pilton-Gruppe, namentlich bei Pilton und Barnstaple. Schiefer und Sandsteine, mit Landpflanzen und Meeresthieren. *Spirifer Verneuili*, *Phacops latifrons*. (In Cornwall bei Petherwin tritt ein System von Schiefern und Kalksteinen mit *Clymenia* und *Cypridina serrato-striata* auf als gleichzeitige Bildung.)

2. Mittle oder Ilfracombe-Gruppe, mächtige Schiefer mit Kalksteinen, welche letztere vielorts, bei Ilfracombe, Plymouth, durch Reichthum an organischen Resten ausgezeichnet sind, zumal an Korallen (*Favosites*, *Cyathophyllum*, *Calceola*), Mollusken (*Stringocephalus*, *Uncites gryphus*, *Megalodon cucullatus*) und Trilobiten.

1. Untere Abtheilung oder Lynton-Gruppe, namentlich bei Lynton in den Küsten-Gegenden entwickelt, eine Reihe von Sandsteinen und Schiefern, mit Krinoiden und Brachiopoden (*Spirifer*.)

In Deutschland erscheint, wie bereits bemerkt, die devonische Formation nicht allein in bedeutender Verbreitung, sondern auch in sehr vollständiger Entwickelung. Wo letzteres aber der Fall, lässt sich allenthalben eine Gliederung in drei Abtheilungen nachweisen, entsprechend jener von Devonshire.

In Westphalen und Rheinpreussen haben besonders **H. von Dechen** und **Ferd. Roemer** eine genauere Gliederung ermittelt[1]).

---

[1]) Für das nähere Studium der Verbreitung der einzelnen Glieder der devo-

3. Oberdevon. Verneuilischiefer, Kramenzel und Flinz. Zu oberst liegen gedrängt Kalknieren, durch dünne Schiefer-Flasern getrennt; der Schiefer herrscht nach unten vor, der Kalk erscheint in Lagen und Knollen. In den Schiefern sehr häufig *Cypridina*, *Spirifer Verneuili;* in den Kalken *Goniatites retrorsus*, *Clymenia laevigata.*

Kramenzel, feine, glimmerige Sandsteine, nach oben mit Schiefer wechselnd.

Flinz, graue und harte Thonschiefer, gebreche Mergelschiefer und Schieferthone, wechsellagernd mit dunkelfarbigen Kalksteinen.

(Anmerk. Der Name Kramenzel stammt aus der westphälischen Volkssprache und heisst soviel als Ameise. Diese Thiere halten sich gern in diesen porösen, löcherigen Schichten auf. Der Name Flinz stammt aus der Gegend von Nuttlar, wo man die Kalksteine so heisst.)

2. Mitteldevon. Elberfelder Kalkstein oder Stringocephalen-Kalk. In vereinzelten, grösseren oder kleineren Zügen auftretend, öfter in Dolomit übergehend. Mit der sehr wechselnden Mächtigkeit und der eigenthümlichen abgerissenen Verbreitung dieses Kalkes zeigt sich sein Reichthum an Korallen in naher Verbindung. Derselbe stellt sich an vielen Orten als ein wahres Korallenriff dar, welches auf dem aus Thon- und Schlamm-Ablagerungen bestehenden Meeresboden an den alten Küstenrändern abgelagert worden ist.

Lenneschiefer oder Calceola-Schiefer. Thonschiefer, Sandsteine und Kalksteine. Die vorherrschenden Massen der ersteren wechseln mit einander, der Kalk bildet dünne oder grössere Lagen in Thonschiefer, geht auch in diesen über. — In der mittlen Abtheilung kommen zahlreiche (der oben genannten) Versteinerungen vor, zumal Korallen, Brachiopoden, Trilobiten.

1. Unterdevon. Grauwacke von Coblenz oder Spiriferen-Sandstein. Feinkörnige Sandsteine, Grauwackeschiefer, die mannigfachsten Uebergänge in Thonschiefer zeigend. Unter den Schiefern waltet der gemeine Thonschiefer vor, ihm untergeordnet erscheinen Zonen von Dachschiefer. Unter den häufigsten Versteinerungen sind zu nennen in den Thonschiefern *Halyserites,* in den Sandsteinen (meist als Steinkerne) *Ctenocrinus*, *Pleurodictyum*, *Spirifer paradoxus.*

Versteinerungsleere Thonschiefer, sog. Ardennenschiefer.

Die Eifel kann wohl als eines der interessantesten Devongebiete von Deutschland gelten; **Emanuel Kayser** hat ganz neuerdings eine vorzügliche Arbeit darüber geliefert.

3. Oberdevon. b) Goniatiten- und Cypridinen-Schiefer. Grünlichgraue Mergelschiefer, durch Zwischenmittel von bituminösen Mergeln aus plattigen Kalken sich entwickelnd, welche nach unten mit den Schiefern wechsellagern. Zumal bei Büdesheim entwickelt. Unter den Leitfossilien, die oft verkiest, walten vor die Cephalopoden (*Goniatites* und *Orthoceras*) und *Cypridina.* — a) Cuboides-Schichten. Graue bituminöse Kalke und hellfarbige, dolomitische Mergel von sandigem Aussehen, aus dolomitischen und mergeligen Kalken sich entwickelnd. Die meist verkalkten Versteinerungen nicht zahlreich; Leitend: *Rhynchonella cuboides.*

2. Mitteldevon. c) Stringocephalen-Schichten. Dichte Kalksteine

---

nischen Formation ist nicht genug zu empfehlen die vorzügliche geologische Uebersichtskarte der Rheinprovinz und der Provinz Westphalen, bearbeitet von **H. v. Dechen.** 1866.

in bis zu 2 F. mächtigen Bänken, eine Mächtigkeit von 1200 F. erreichend. Diese Kalksteine sind meist dolomitisirt (wie in Belgien) und nur da reich an organischen Resten, wo sie der Dolomitisirung entgangen. Ganze Kalkbänke bestehen oft aus Korallen. Die Brachiopoden im Allgemeinen, ausser dem Leitfossil *Stringocephalus* selten. — b) Krinoiden-Schicht, Grenzhorizont zwischen Stringocephalen- und Calceola-Bildungen. Eine meist lockere, 20 bis 30 F. mächtige Schicht, stellenweise aus Stielgliedern von Krinoiden- und Korallen-Fragmenten bestehend, auch reich an Brachiopoden. — a) Calceola-Schichten. Graublaue Mergel und Mergelkalke. Reich an Petrefacten, zumal in dem oberen Theil; ausser der leitenden *Calceola* sind Brachiopoden dominirend. Cultrijugatus-Stufe, Basis der Calceola-Schichten. Kalkmergel mit Einlagerung von Grauwacken. Zumal bei Gerolstein und Prüm reich an Versteinerungen, so wie bei Hillesheim, wo namentlich *Spirifer cultrijugatus* und *Atrypa reticularis* in riesigen Exemplaren vorkommen.

1. Unterdevon. c) Vichter Schichten (nach dem Orte Vicht unfern Stolberg benannt, wo sie typisch entwickelt.) Obere Grauwacken, Sandsteine mit Kalk-Einlagerungen. b) Ahrien, wegen der Verbreitung an der Ahr benannt. Grauwackeschiefer und thonige Schiefer. a) Coblenzien. Im oberen Theile aus Thonschiefern, im unteren aus sehr verbreiteten Grauwackesandsteinen bestehend; bei Daun, Stadtfeld sehr entwickelt. *Pleurodictyum* hier sehr häufig, *Chonetes sarcinulata*, *Spirifer paradoxus* u. a.

In Nassau ist die devonische Formation ebenfalls sehr entwickelt und durch **Sandberger** geschildert.

3. Oberdevon. Gruppe der Cypridinen-Schiefer und Flaserkalksteine. Grüne, graue und rothe Schiefer mit Kalk-Nieren. Die Kalksteine enthalten namentlich *Goniatites* und *Cardiola retrostriata*, die Schiefer in Menge *Cypridina serrato-striata.*

2. Mitteldevon. Stringocephalen-Kalk. Kalksteine und Dolomite, in denen ausser der Leitmuschel noch Korallen häufig vorkommen. Villmar, Limburg, Diez. Mit den Kalksteinen und Dolomiten sind Schalsteine verbunden, besonders im Lahnthal, und enthalten nicht selten organische Reste *(Cyathophyllum, Calamopora.)*

1. Unterdevon. Gruppe des Spiriferen-Sandsteins. Orthoceras-Schiefer. Thonschiefer bei Wissenbach und Haiger unfern Limburg, reich an verkiesten organischen Resten, zumal *Orthoceras regulare*, *Goniatites compressus* und *subnautilinus*, *Phacops latifrons.* Grauwackeschiefer, Sandsteine, Quarzite und Thonschiefer, mit *Halyserites*, *Pleurodictyum*, *Ctenocrinus*, *Spirifer paradoxus* u. a., gewöhnlich als Steinkerne.

Im Harz tritt die devonische Formation an verschiedenen Stellen auf; besonders im nordwestlichen Theil am Oberharze in drei von einander verschiedenen Partien: am Gebirgsrande, zwischen Innerste und Ocker sehr vollständig entwickelt und mit dem Devon in Nassau mannigfache Analogien zeigend, wie **A. Roemer** nachgewiesen; ferner am sog. „Grünstein-Zug" zwischen Osterode und Harzburg und am Iberg und Winterberg bei Grund, wo die Kalkfelsen des Hübichenstein aufragen [1]).

[1]) Dem Studirenden, welcher den Harz besuchen will, sei als ein zuverlässiger Führer empfohlen: Abriss der Geognosie des Harzes, mit besonderer Berücksichtigung des n.-w. Harzes von **A. v. Groddeck.** Clausthal. 1871.

3. Oberdevon. Cypridinen-Schiefer und Clymenien-Kalke. Schiefer mit Kalkstein-Knollen; Schiefer mit Kalksteinen wechsellagernd. — Thonschiefer mit Einlagerungen von Kalk- und Sandsteinen.

2. Mitteldevon. Kalkstein mit *Stringocephalus*, am Polsterberg, bei Buntenbock. Calceola-Schichten. Dunkelfarbige, thonige Kalksteine, wechsellagernd mit dünnschieferigen Thonschiefern, reich an Versteinerungen, zumal *Calceola sandalina*, *Spirifer speciosus*. Im Schalkerthal bei Festenberg, Riesenbach, Birkenthal.

1. Unterdevon. Spiriferen-Sandstein. Grauwacke-Sandstein, bald dick-, bald dünnschieferig. Setzt die Berge zwischen Ocker, Goslar, Bockswiese und Oberschulenberg zusammen, also mit die höchsten des Oberharzes, z. B. den Rammelsberg. Von organischen Resten besonders *Spirifer paradoxus*, *Chonetes sarcinulata*, *Homalonotus*.

Im östlichen Theil des Harzes ist die devonische Formation in den Umgebungen von Elbingerode entwickelt, das Innere der n. Silurmulde einnehmend.

3. Oberdevon. Verneuili-Schichten. Kalkstein, reich an Versteinerungen, zumal bei Rübeland. Cypridinen-Schiefer am Hartenberg. Schalsteine.

2. Mitteldevon. Stringocephalen-Kalk, bei Elbingerode, namentlich am Büchenberg, Hartenberg, bei Lucashof den *Stringocephalus* enthaltend. Thonschiefer, namentlich am Büchenberg Orthoceratiten enthaltend.

1. Unterdevon. Spiriferen-Sandstein, Grauwacke mit *Spirifer paradoxus*.

Im Fichtelgebirge und in den angrenzenden Gegenden des Voigtlandes, Frankenwaldes und s.-ö. Thüringerwald zeigt das Devon nach **Gümbel** folgende Gliederung:

3. Oberdevon. Cypridinen-Schichten. c) Pflanzen führende Schiefer. b) Clymenien-Kalke. a) Untere Schiefer und Knollenkalke.

2. Mitteldevon. Calamoporen-Schichten, Stufe der *Calamopora polymorpha*. Planschwitzer Schichten, Diabastuff, Orthoceratitenkalk und Atrypa-Sandstein. Tentaculiten-Schichten. Thonschiefer mit *Tentaculites sulcatus*.

1. Unterdevon. Nereitenschichten. Quarzige Schiefer und Grauwackeschiefer mit *Nereites* und *Spirifer paradoxus*.

Die devonische Formation zeigt demnach eine ziemlich gleiche Entwickelung in verschiedenen Gegenden, besonders in Deutschland, was auch namentlich **Sandberger** hervorhebt. Es stellt sich — so bemerkt derselbe — wenn man von lokalen Gliedern absieht, im Ganzen eine ungemein merkwürdige Uebereinstimmung aller Glieder des devonischen Systemes in dem grösseren Theile ihres Verbreitungs-Gebietes heraus, wie z. B. die Spiriferen-Sandsteine Nassaus, Westphalens, Oberhessens, der Eifel und des Harzes sowohl in ihrer Fauna als in ihrer petrographischen Beschaffenheit nicht nur als analoge, sondern als völlig identische Bildungen zu betrachten sind. Es zeigen ferner die Stringocephalenkalke Nassaus, Westphalens, Hessens und eines Theils des Harzes abermals die gleiche Identität und über noch grössere Flächenräume breiten sich die Flaserkalke der Cypridinenschiefer-Gruppe ohne die kleinste petrographische Abweichung aus. Es geht daraus hervor, dass in allen Ländern ihres Verbreitungs-Gebietes durchaus übereinstimmende Beschaffenheit des zur Bildung dieser wässerigen Absätze verwendeten Trümmer-Materials älterer Gesteine, des Meeres-Bodens und der Küsten, so

wie fast identische klimatische Verhältnisse existirt haben müssen. Denn betrachtet man auch die lokalen Abweichungen in der Fauna der gleichen Schichten-Gruppe in den verschiedenen Ländern, so sieht man auch hier nur Unterschiede, die weit geringer sind, als sie jetzt z. B. zwischen derjenigen eines tropischen und arctischen Meeres stattfinden, so dass von dieser Seite her ein Anhaltspunkt für eine Annahme klimatischer Verschiedenheit einzelner Erdstriche zur Zeit der Ablagerung des devonischen Systems durchaus nicht gefunden werden kann.

Vorkommen von Steinkohle. Nur an wenigen Orten sind bis jetzt in der devonischen Formation Steinkohlen-Lager aufgefunden worden, und zwar sind dieselben wie es scheint ausschiesslich an die obere Abtheilung dieser Formation geknüpft, in welcher auch, wie oben bemerkt wurde, Landpflanzen vorkommen.

In Spanien finden sich Kohlenlager bei Ferrones und Arnao in Asturien und bei Sabero am s. Abhange des Cantabrischen Gebirges. — Schwache, bis jetzt unbauwürdige Steinkohlen-Flötze kommen in der obersten Etage des Devon in Russland, in den Gouvernements Tula und Kaluga vor.

Phosphorit in den Lahn- und Dillgegenden in Nassau. Im letzten Decennium hat man dem Auftreten des Phosphorit in verschiedenen Sedimentär-Formationen grössere Aufmerksamkeit geschenkt. Es verdient dasselbe in hohem Grade nicht allein in technischer, sondern auch in wissenschaftlicher Beziehung, da Apatit als mikroskopischer Gemengtheil in so vielen krystallinischen Gesteinen vorhanden.

Das Vorkommen von Phosphorit war vor dem J. 1864 in Nassau nicht bekannt; jetzt ist ein ergiebiger Bergbau im Betrieb[1]. Der Phosphorit findet sich namentlich in Klüften und Höhlungen des Stringocephalen-Kalkes und Dolomits, auch über solchen, von anderen Bildungen überlagert oder auch zwischen Schalstein eingelagert. Einer der Hauptfundorte ist bei Staffel. Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass der Phosphorit seine Entstehung einer Auslaugung verschiedener Gesteine zu verdanken hat, zumal der Kalke und Schalsteine. Auf den Gehalt an Phosphorsäure der ersteren wurde oben aufmerksam gemacht[2].

Höhlen im Gebiete der devonischen Formation sind hauptsächlich in den Kalksteinen; berühmt die in dem Kalkstein bei Grund im Harz, die Baumanns- und Bielshöhle. — Durch Höhlen-Reichthum ausgezeichnet ist Westphalen. Die zahlreichen Höhlen befinden sich nach **H. von Dechen** sämmtlich in Kalklagern und zwar in solchen, die dem Unterdevon angehören oder in solchen, die im Lenneschiefer eingeschlossen, die meisten im Eifelkalkstein. Nach **Fuhlrott,** der sich besonders mit Untersuchung der westphälischen Höhlen beschäftigte, vertheilen sie sich in folgende Gruppen: 1) Höhlengruppe des Neanderthales; 2) Höhlen in der Milspe, bei Haspe und Limburg; 3) Höhlengruppe von Lethmate und Iserlohn, mit der vielbesuchten Dechenhöhle; 4) Höhlen von Sundwig; 5) des Hennethales; 6) von Rösenbeck und 7) von Grevenbrück. — Von den Vorkommnissen in diesen Höhlen soll später die Rede sein.

---

[1]) Im J. 1867 wurden über 1 Million Centner Phosphorit gewonnen.

[2]) S. oben S. 186.

Berg- und Fels-Formen der Gesteine der Uebergangs-Formation. Die Berg-Formen der verschiedenen Gesteine bieten im Allgemeinen nicht viel Eigenthümliches. Die Grauwacke setzt breite, oft plumpe Gebirgs-Rücken von weiter Erstreckung zusammen, mit abgeplatteten, wenig hervorragenden Gipfeln. Der Thonschiefer bildet da, wo seine Schichten keine Störung erlitten und mehr oder weniger horizontal liegen, ausgedehnte Bergplateaus, mit sanft gerundeten, allmählich ansteigenden Höhen; oder er setzt von tiefen Thälern durchschnittene, schroffe Felsmassen mit steilen Wänden zusammen. Deutschland hat mehrfache Beispiele von solchen Thonschiefer-Thälern aufzuweisen, ausgezeichnet durch eine düstere, wildromantische Natur, wie an den Ufern der Moldau unfern Prag und an den bekannten Lurleifelsen im Rheinthale. Hier fallen die Schichten unter Winkeln von 60 bis 70° ein; dort, zumal an dem Kuchelbad, erscheinen sie seltsam gewunden und gekrümmt. Auch an Cornwalls Küste trifft man solche hohe, steil emporsteigende Thonschiefer-Wände mit stark geneigten und heftig gewundenen Schichten. Die Kalksteine und insbesondere die Dolomite bilden schroffe, schnell ansteigende Berge, nicht selten pittoreske, vereinzelte Felsmassen. So die merkwürdigen Kalkfelsen des Hübigenstein bei Grund auf dem Harz und die malerischen, so characteristischen Dolomit-Felsen der Eifel.

4) Steinkohlen-Formation oder carbonische Formation.

Die Steinkohlen-Formation, welche in zwei Abtheilungen zerfällt, besteht aus Gesteinen sehr verschiedener Art. In der unteren oder älteren Abtheilung herrschen Kalksteine, Conglomerate, Grauwacken, Sandsteine und Thonschiefer, untergeordnet erscheinen Kieselschiefer; in der oberen oder jüngeren Abtheilung finden sich vorzugsweise Sandsteine und Schieferthone.

Gesteine der unteren Abtheilung.

Kalkstein (Kohlenkalk.) Bald dicht, bald feinkörnig, von grauer, schwärzlicher, auch von heller, weisslicher Farbe. Nicht selten von Kalkspath-Adern durchzogen.

Namentlich in England sehr verbreitet, dort auch Bergkalk, wegen seines Reichthums an Bleierzen auch metallführender Kalk genannt; sehr entwickelt in Irland, Schottland, Belgien, Russland. Das verbreitetste Gestein der Steinkohlen-Formation. In der oberen Abtheilung treten nur als seltene und lokale Erscheinungen Kalksteine auf.

Plattenkalk (Culmkalk.) Rauchgraue, plattenförmige Kalksteine, selten rein, meist thonige Kalksteine.

In Devonshire, Westphalen, Nassau.

Conglomerate. Fragmente von Quarz, Kiesel- und Thonschiefer, von Granit oder Gneiss durch ein kieseliges oder thoniges Cäment verbunden. Manchmal in bedeutender Mächtigkeit auftretend.

Hainichen, Döhlen in Sachsen, Bommern, Westphalen, Badenweiler, Schwarzwald. Nur zuweilen erscheinen noch in der oberen Abtheilung Conglomerate, jedoch nie sehr mächtig.)

Grauwacke. Von der in der Uebergangs-Formation vorkommenden nicht zu unterscheidende Gesteine.

Harz, Schlesien, südlicher Schwarzwald.

Sandstein. Feinkörnig, zuweilen von ziemlicher Härte, so dass er zu Mühlsteinen dient (der Millstone Grit der Engländer.) Nimmt oft grössere oder kleinere Gerölle von Quarz auf.

Sehr verbreitet in England und Westphalen, wo er unter dem Namen „flötzleerer Sandstein“ bekannt.

Kieselschiefer erscheint unter ähnlichen Verhältnissen wie in der Uebergangs-Formation.

Thonschiefer, ähnlich wie in der Uebergangs-Formation; enthält zuweilen Sandstein-Knollen.

Gesteine der oberen Abtheilung.

Sandstein (Kohlensandstein.) Feinkörnig bis grobkörnig, mit thonigem oder kieseligem Bindemittel; Farbe grau oder schwärzlich, auch gelblich. Enthält häufig und manchmal reichlich Schüppchen von Muscovit, die sich zumal auf den Schichtungsfugen einstellen. Feine Partikel oder Bröckchen von Kohle nicht selten.

In allen Gebieten der oberen Steinkohlen-Formation sehr verbreitet als Begleiter der Steinkohlen, in deren Nähe die verschiedensten Pflanzen-Reste enthaltend.

Arkose, d. h. Sandstein, an dessen Zusammensetzung neben Quarz-Körnern noch kaolinisirte Feldspath-Körner sich betheiligen; Muscovit-Blättchen fehlen selten.

Derartige Sandsteine finden sich zumal da, wo die Steinkohlen-Formation unmittelbar auf Granit liegt, wie im Schwarzwald. Sie sind aus einem Granitschutt hervorgegangen und von dem Granit in der Nähe oft nur durch feine Partikel von Kohle, die sie enthalten, durch Granit-Brocken in ihnen oder durch Zwischenlagen von Schieferthon zu unterscheiden.

Schieferthon (Kohlenschiefer.) Gemenge von Thon mit feinem Quarzsand und zarten Muscovit-Schüppchen, von geringerer Härte, wie der Thonschiefer, wie dieser von grauen oder schwarzen Farben.

Allenthalben als Begleiter der Steinkohle, in deren Nähe er oft die schönsten Pflanzen-Abdrücke enthält.

Anthracit und Steinkohle.

Als untergeordnete, aber besonders wichtige und characteristische Gebirgsglieder erscheinen Anthracit und Steinkohle, wenn auch nicht ausschliesslich, doch vorzugsweise in der oberen Abtheilung der Steinkohlen-Formation.

Anthracit tritt noch verhältnissmässig häufiger in der unteren Abtheilung auf;

die Steinkohle oder Schwarzkohle in ihren verschiedenen Abänderungen[1]) in der oberen.

Accessorische Gemengtheile in der Steinkohle sind nicht selten und verdienen kurze Erwähnung. Eisenkies (Pyrit) häufig auf Klüften in schönen Krystallen: Roppitz u. a. O. in Böhmen, Luzisk in Schlesien, bei Saarbrücken. Bleiglanz; blätterige Partien und Anflüge: im Saarbrückschen; mehrorts in Böhmen und Schlesien. Kupferkies: Wednesbury in Staffordshire. Blende bei Aachen, Edinburgh, in Staffordshire. Buntkupfererz bei Gittersee. Kalkspath und Bitterspath, bisweilen in schönen Krystallen: im Saarbrückschen, Kladno in Böhmen, Ostrau, Mähren, Stockheim, Bayern.

Es wurden oben (S. 130) die verschiedenen Kohlen vom mineralogischen Standpunkte aus betrachtet. Hier sei noch kurz von ihrem Verhalten im Tiegel und ihrer technischen Bedeutung die Rede. Die Eigenschaften der Kohlen zu backen, dichte, geflossene Coaks zu liefern, sind dadurch bedingt, dass auf 1000 Pfd. Kohlenstoff nicht weniger als 40 Pfd. disponibler Wasserstoff enthalten; es sind daher alle Kohlen, welche eine derartige Zusammensetzung besitzen, als Back- oder Coakskohlen im weiteren Sinne zu betrachten, während alle Kohlen von geringerem Gehalt an disponiblem Wasserstoff, den Sinterkohlen, den Sand- und Gaskohlen angehören. Da mit dem gebundenen, d. h. nicht disponiblen Wasserstoff auch der Sauerstoff-Gehalt ein grösserer ist, so ist zu erwarten, dass sobald solche bei 100° C. getrocknete, sauerstoffreiche Kohlen schnell einer Zersetzungs-Temperatur, welche der des Wassers nahe liegt, ausgesetzt werden, sich die chemisch gebundenen Gase, Wasserstoff und Sauerstoff in Form von gasförmigen Kohlenwasserstoff- und Kohlensauerstoff-Verbindungen entwickeln werden. Die Quantität der aus den Kohlen zu erzielenden Gase wird daher, einen gleichen Aschengehalt und gleich hohe Zersetzungs-Temperaturen vorausgesetzt, dem nicht disponiblen, also gebundenen Wasserstoff porportional wachsen. Als Gaskohle im weitesten Sinne kann daher jede Kohle, welche mindestens 20 Pfd. gebundenen Wasserstoff auf 1000 Pfd. Kohlenstoff enthält, angesehen werden; der Werth einer solchen Gaskohle ist aber gleichzeitig abhängig von ihrem Gehalte an disponiblem Wasserstoff, durch dessen Anwesenheit die Leuchtkraft des Gases in Folge gelöster Kohlenwasserstoff-Dämpfe erhöht werden muss. Kohlen, welche einen Gehalt von wenigstens 20 Pfd. gebundenen und 40 Pfd. disponiblen Wasserstoff besitzen, sind daher als die besten Kohlensorten mit dem Namen Back- und Gaskohlen belegt worden. Gaskohlen ohne hervorragende backende Eigenschaften liefern bei ihrer Vercoakung schwer backende, sandige Coaks und führen daher den Namen Sandkohlen. Wenn endlich der Gehalt an disponiblem Wasserstoff unter 40 und der an gebundenem unter 20 Pfd., dann verändern solche Kohlen bei der Vercoakung ihr Volumen nur wenig, sie sinken im Coaksofen schwach zusammen, geben bei wenig Gasausbeute lockere, gesinterte Coaks; sie heissen Sinterkohlen. (Die Anthracite stehen in Folge ihres geringsten Gasgehaltes ausser Beziehung zu dem Vercoakungs-Process; sie sind den Coaks gleich zu achten.) Es lassen sich demnach die Kohlen in vier Hauptsorten eintheilen. Auf 1000 Pfd. Kohlenstoff: 1) die Backkohlen mit über 40 Pfd. disponiblem und unter 20 Pfd. gebundenem Wasserstoff. 2) Back- und Gaskohlen, über 20 Pfd. disponibler, über 20 Pfd. gebundener Wasserstoff. 3) Gas- und Sandkohlen, unter 40 Pfd. disponibler, über

[1]) S. oben S. 130.

20 Pfd. gebundener Wasserstoff und 4) Sinterkohlen, unter 40 Pfd. disponibler, unter 20 Pfd. gebundener Wasserstoff[1]).

Beachtenswerth sind die in letzter Zeit von **E. v. Meyer** angestellten Untersuchungen über die in den Steinkohlen eingeschlossenen Gase. Die meisten derselben zeigen sich analog zusammengesetzt, wie die Grubengase. Während aber bei diesen der Stickstoff-Gehalt mehr zurücktritt, erreicht er in vielen der untersuchten Gase eine beträchtliche Höhe, ohne dass der Sauerstoff-Gehalt zunähme.

Thoneisenstein und Kohleneisenstein.

Thoniger Sphärosiderit oder Thoneisenstein findet sich in Lagen von geringer Mächtigkeit im Schieferthon oder er bildet, und zwar häufiger platte, elliptische Nieren in demselben, die oft zerklüftet sind und auf den Klüften manchmal Krystalle von Kalkspath, Quarz, Eisenkies, Eisenspath, Blende oder Bleiglanz enthalten.

In Wales und anderen Gegenden Englands, in Westphalen.

Kohleneisenstein, d. h. kohlensaures Eisenoxydul mit Steinkohle gemengt. Sehr feinkörnig von schieferigem Bruche und schwarzer Farbe.

Man unterscheidet eine reiche und ärmere Abänderung; jene bildet die untersten, diese die oberen Lagen und geht in Schieferthon über.

Der Kohleneisenstein findet sich zumal im westphälischen Kohlengebirge; in Südwales, Staffordshire in England; auch zu Hainfeld in Oesterreich.

Gliederung der Steinkohlen-Formation.

Die Steinkohlen-Formation zerfällt, wie bereits bemerkt in zwei Abtheilungen. Die untere zeigt in verschiedenen Gebieten eine ganz verschiedene Entwickelung, entweder als eine Kalkstein-Bildung, welche oft über ansehnliche Flächenräume mit grosser Einförmigkeit hin verbreitet ist: der Kohlenkalk oder Bergkalk. Statt seiner erscheint in manchen Gegenden ein System von Grauwacken, Thonschiefern, Conglomeraten, Plattenkalken und Kieselschiefern, welche man als die sog. Culm-Formation (nach einer englischen Benennung) zusammenfasst; der Culm erreicht jedoch nirgends die ausgedehnte Verbreitung des Kohlenkalkes. Endlich gehört der unteren Abtheilung der Steinkohlen-Formation noch eine mächtige Sandstein-Bildung an: der Millstone Grit der Engländer, der flötzleere Sandstein der Deutschen.

---

[1]) Vergl. **H. Fleck:** über die fossilen Brennmaterialien und deren Unterscheidungsmerkmale, in **Dingler's** polytechn. Journ. CLXXXI. (1866.)

Die obere Abtheilung der Steinkohlen-Formation wird, weil in ihr hauptsächlich die Kohlen-Flötze auftreten, zum Unterschied von der unteren, in welcher solche nur ausnahmsweise vorhanden, die productive oder eigentliche Steinkohlen-Formation genannt. Sie besteht aus einem mehrfach wiederholten Wechsel von Schieferthonen und Sandsteinen mit untergeordneten Kohlen-Flötzen.

Die beiden Formationen sind jedoch keineswegs immer petrographisch scharf abgegrenzte. Der Kohlenkalk enthält zuweilen in seinen oberen Regionen Sandsteine und Schieferthone eingeschaltet.

Von den Versteinerungen.

Wie die Steinkohlen-Formation in ihren beiden Abtheilungen sich petrographisch verschieden zeigt, so auch paläontologisch. Das Hauptglied der unteren Abtheilung, der Kohlenkalk, ist durch einen grossen Reichthum an Korallen, Krinoiden und Mollusken ausgezeichnet und giebt sich demnach als eine entschiedene Meeresbildung kund, denn die vereinzelten Landpflanzen, die er enthält, sind eingeschwemmte. Der Stellvertreter des Kohlenkalk, der Culm, führt vorwaltend Landpflanzen, denen sich Meeresbewohner beigesellen, wesshalb er als eine Küsten-Bildung zu betrachten.

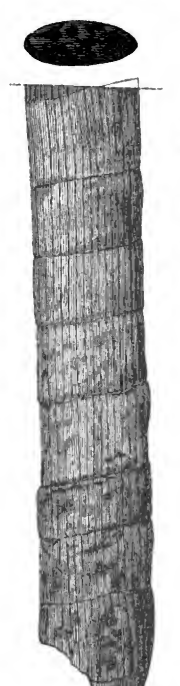
Im Gegensatz zu dem durch seine reiche Fauna ausgezeichneten Kohlenkalk enthält die obere Steinkohlen-Formation hauptsächlich eine reiche Flora und zwar von Landpflanzen.

A. Aeltere oder untere Steinkohlen-Formation oder Kohlenkalk- und Culm-Formation.

Verbreitung des Kohlenkalk. In England und Schottland über ansehnliche Flächenräume, noch mehr aber in Irland über nahezu 1000 Quadratmeilen. In Belgien in den Umgebungen von Lüttich, Namur, Visé. In Deutschland bei Ratingen in Westphalen, in Franken bei Trogenau, Regnitzlosau; in Schlesien bei Hausdorf, Altwasser. Sehr bedeutend ist die Verbreitung des Kohlenkalkes durch einen grossen Theil von Russland, zumal in der Umgegend von Moskau. Ueber bedeutende Flächenräume entwickelt zwischen dem Mississippi und dem Appalachischen Gebirge. Auch im äussersten Norden, auf Spitzbergen, der Bären-Insel.

Verbreitung der Culm-Formation in Devonshire; in Deutschland in Westphalen, zwischen Elberfeld und dem Stadtberg bei Diemel, von da bis in die Nähe von Giessen sich erstreckend; in Nassau, besonders bei Herborn, in der Wetterau, in Oberhessen, im Waldeckschen; auf dem Harz in den Umgebungen von Clausthal und Lautenthal; in Thüringen und Franken; in Sachsen bei Ebersdorf und Hainichen; in Schlesien bei Landeshut, Troppau. Im südlichen Schwarzwald bei

Lenzkirch und Badenweiler. Aber in allen den genannten Gegenden nimmt der Culm keine sehr ausgedehnten Flächenräume ein.



Calamites radiatus.

Von den Versteinerungen.

A. *Pflanzen.*

In der unteren Steinkohlen-Formation kommen Pflanzenreste vor: 1) im Kohlenkalk. Der englische ist im Allgemeinen arm daran, während in Deutschland in Schlesien solche theils in Kalkstein-Nieren, bei Falkenberg, theils in den Schiefern zwischen den Kalken, wie bei Hausdorf, getroffen werden. 2) In der Culm-Formation, zumal in Nassau, auf dem Harz, Hainichen in Sachsen, Landeshut in Schlesien. 3) Im Millstone-Grit: Bristol, Crediton in Devonshire, in Shropshire, Cove in Berwickshire.

a) Equisetaceen.

Calamites radiatus **Sternb.** (- *transitionis* **Goepp.**) Im Kohlenkalk, Culm und Millstone grit, sehr häufig besonders für den Culm eine wahre Leitpflanze.

Calamites Roemeri **Goepp.** Ebenfalls häufig im Culm.

b) Farnkräuter. Obwohl solche mehrorts vorkommen, liefern sie dennoch keine besonders bezeichnende Species.

Sphenopteris distans **Sternb.** Hainichen, Hausdorf.

Cyclopteris tenuifolia **Goepp.** Hainichen.

c) Lycopodiaceen.

Lepidodendron Veltheimianum **Sternb.** *(Sagenaria Veltheimiana.)* Eine Hauptleitpflanze.

Knorria imbricata **Sternb.**

Weil in der unteren Steinkohlen-Formation vorzugsweise Lycopodiaceen das Material zu den in ihr vorkommenden Kohlenlagern gebildet haben, pflegt man solche auch als „Lycopodiaceen-Kohle" zu bezeichnen und die erste VegetationsZone in der Steinkohlen-Formation nach **Geinitz** als Zone der Lycopodiaceen.

O. Heer hat kürzlich in seinen interessanten Bemerkungen über die Flora der Bären-Insel (*Calamites radiatus* ist dort die häufigste Pflanze, auch *Lepidodendron Veltheimianum, Knorria imbricata* finden sich) die älteste Stufe der Steinkohlen-Formation als Ursa-Stufe bezeichnet. Weil die Pflanzen führenden Schichten auf der Bären-Insel unter Kohlenkalk liegen, stellt **Heer** als zweite Stufe der unteren Steinkohlen-Formation die Flora des Bergkalkes auf, wozu er diejenige von Hainichen in Sachsen und einen Theil der Ablagerungen in Russland rechnet; als dritte Stufe die Flora des Culm oder Millstone Grit, mit den Grauwacken

und Posidonomyenschiefern des Harzes, Nassaus, Schlesiens, Mährens. Dass die Culm-Formation als ein Aequivalent des Millstone Grit zu betrachten, darauf hat schon früher **Beyrich** hingewiesen.

B. *Thiere.*

Der Kohlenkalk ist durch eine sehr reiche Fauna characterisirt. Die Foraminiferen sind zumal durch eine Art von *Fusulina* vertreten; die Korallen durch verschiedene Gattungen und Arten, von welchen manche bereits im Devon vorkommen. Noch wichtiger sind die Krinoiden, welche zumeist mit neuen Gattungen und Arten erscheinen. Unter den Mollusken sind es abermals die Brachiopoden, welche dominiren, nächst ihnen die Cephalopoden; aber auch die Pelecypoden und Gasteropoden nehmen zu. — Aus der Abtheilung der Gliederthiere erscheinen zum letztenmale die Trilobiten; einige Schalenkrebse.

Die Culm-Formation, welche, wie erwähnt, mit dem Kohlenkalk eine Anzahl von Pflanzen gemein hat, enthält auch einige der Leitmuscheln desselben, aber keine Korallen und Krinoiden.

Wichtigere Leitfossilien:

1) Foraminiferen.

Fusulina cylindrica **Fisch.** In grosser Menge im Kohlenkalk von Russland und Nordamerika.

2) Korallen.

Chaetetes radians **Fisch.** Im Kohlenkalk Russlands.

Amplexus coralloides **Sow.** Weit verbreitet: England, Irland, Belgien; bei Ratingen unfern Düsseldorf.

Lithostrotion basaltiforme **Phil.** Ebenfalls sehr häufig.

Cyathaxonia cornu **Mich.** Im Kohlenkalk Englands und Belgiens.

Syringopora reticulata **Goldf.**
Lonsdalia papillata **Fisch.** } Desgl.

3) Krinoiden.

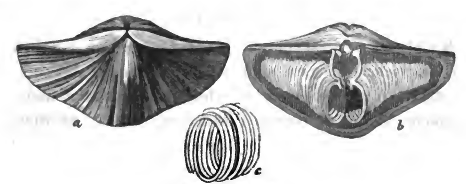
Stielglieder derselben erfüllen oft ganze Schichten des Kohlenkalkes, so dass derselbe zu einem wahren Encriniten-Kalk wird.

Poteriocrinus crassus **Mill.**
Platycrinus laevis **Mill.**
Actinocrinus polydactylus **Mill.**
Amphoracrinus Gilbertsoni **Kon.** } Sehr häufig im Kohlenkalk.

Pentatrematites florealis **Say.**
Pentatrematites sulcatus **Roem.** } Besonders in Nordamerika.

4) Brachiopoden.

Durch die bedeutende Entwickelung der Geschlechter *Productus* und *Spirifer* besonders wichtig, welche hier ihre grössten Dimensionen erreichen.



Spirifer striatus.

Spirifer glaber **Mart.** Hauptleitfossil im Kohlenkalk, fehlt wohl nirgends, wo dieser auftritt; in Deutschland bei Ratingen, bei Hof, Hausdorf, Schlesien.

Spirifer striatus **Mart.** Ebenfalls sehr häufig, zumal in Schlesien.

Spirifer pinguis **Sow.** } Sehr häufig.
Spirifer mosquensis **Fisch.** } Zumal in Russland.

Spirifer Beyrichianus **v. Semen.** Leitfossil im schlesischen Kohlenkalk.

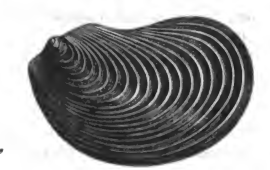
Productus semireticulatus **Flem.** Wo Kohlenkalk vorhanden, wird diese Leitmuschel nicht vermisst.

Productus giganteus **Sow.** Sehr häufig: England, Irland, Belgien, Schlesien, Russland.

Rhynchonella acuminata **Mart.** }
Rhynchonella pugnus **Mart.** } Ebenso.
Orthis Michelini **Lév.** }

5) Pelecypoden.

Posidonomya Becheri **Bronn.** Leitmuschel in der Culm-Formation, insbesondere auf den Schieferflächen der Thonschiefer, die daher auch als „Posidonomyen-Schiefer" bezeichnet werden, die Individuen meist gesellig in


Posidonomya Becheri.

grosser Zahl beisammen. Am geistlichen Berg bei Herborn in Nassau, in Westphalen, auf dem Harz bei Clausthal; in Devonshire. — Aber auch im Kohlenkalk in Yorkshire und in Irland; hier auch in Schieferthonen des Millstone Grit.

6) Gasteropoden.

Euomphalus pentangulatus **Sow.**
Euomphalus Dionysii **Goldf.**
Euomphalus catillus **Sow.**
Bellerophon costatus **Sow.**

Häufig im Kohlenkalk Englands, Irlands, Belgiens, Russlands; in Deutschland bei Ratingen.

7) Cephalopoden.

Nautilus cariniferus **Sow.** Im Kohlenkalk Englands, Irlands, Belgiens.

Goniatites sphaericus **de Haan** (*crenistria* **Phil.**) Leitmuschel im Culm, in den Posidonomyen-Schiefern oft papierdünn zusammengedrückt: in Devonshire, bei Elberfeld, Iserlohn; im Waldeckschen, bei Herborn; am Harz. Aber auch im Kohlenkalk Englands, Irlands, Belgiens.

Goniatites Listeri **Phil.** Im Kohlenkalk.

Orthoceras laterale **Phil.** Im Kohlenkalk.

Orthoceras striolatum **v. Mey.** Im Posidonomyen-Schiefer.

8) Crustaceen.

Die Trilobiten treten in der unteren Steinkohlen-Formation zum letzten male auf. Es ist hauptsächlich die Gattung *Phillipsia* mit wenigen Arten. Die Individuen klein und mehr vereinzelt.

Phillipsia Derbyensis **Kon.** Im Kohlenkalk von England, Irland, Belgien; bei Ratingen.

Beispiele vom Vorkommen der älteren oder unteren Steinkohlen-Formation in Deutschland.

In Westphalen wird dieselbe aus folgenden Gliedern zusammengesetzt:

Flötzleerer Sandstein, mit Zwischenlagen von Schiefer.

Culm, bestehend aus Thonschiefer, Kieselschiefer, plattenförmigem Kalk und Sandstein, die mit einander wechsellagern; von Leitfossilien: *Posidonomya Becheri, Goniatites sphaericus, Orthoceras striolatum;* erreicht zwischen Menden und Balve eine Mächtigkeit von 1200 Fuss.

Kohlenkalk, auf dem r. Rheinufer bei Ratingen bis in die Nähe von Elberfeld entwickelt in einer Mächtigkeit von etwa 700 Fuss.

Am Oberharze tritt ein System von Schichten auf, die man lange zur Uebergangs-Formation zählte. Sie bestehen vorwaltend aus Grauwacken und Thonschiefern, die mehrfach mit einander wechsellagern; an ihrer Basis treten Kieselschiefer, Alaunschiefer und dunkle Kalksteine auf. Von Pflanzen ist zumal *Calamites radiatus, Lepidodendron Veltheimianum*, von Thieren *Posidonomya* und *Goniatites sphaericus* nachgewiesen.

Im Fichtelgebirge besitzt die Culm-Formation eine nicht unbedeutende Verbreitung, indem sie besonders den n.-w. Theil des Frankenwaldes zusammensetzt. Dieselbe besteht aus Grauwacken, Thonschiefern und Kalkstein. Während die beiden ersteren fast nur Pflanzen enthalten, ist der Kalk reich an thierischen Resten. (Es sind dies die lange für Uebergangskalk gehaltenen Kalksteine von Regnitzlosau, Trogenau.) Da über dem Kohlenkalk ein aus ähnlichen Gesteinen bestehender Complex wie unter demselben sich findet, so unterscheidet **Gümbel:**

3. Stufe der oberen Culm-Schichten mit dem letzten *Calamites radiatus.*
2. Stufe des Bergkalk mit *Productus semireticulatus* u. a.
1. Stufe der unteren Culm-Schichten; Lehstener Dachschiefer mit dem ersten *Calamites radiatus.*

Im südlichen Schwarzwald erscheint die Culm-Formation unter eigenthümlichen Verhältnissen. Sie bildet dort einen von Graniten und Porphyren mehrfach unterbrochenen Zug, der senkrecht auf das Streichen des Schwarzwaldes sich von Badenweiler im W. bis nach Lenzkirch im O. erstreckt. Conglomerate, Grauwacken und Schieferthone; in letzteren, wiewohl spärlich, *Calamites radiatus* und *Lepidodendron Veltheimianum.*

Anthracit und Steinkohle in der unteren Steinkohlen-Formation. Im Kohlenkalk Englands und Schottlands sind zwar mehrfach Kohlenflötze im Gebiet des Kohlenkalk nachgewiesen, zumal da, wo solchem Streifen von Schieferthon und Sandstein eingeschaltet, aber nur selten bauwürdige. — Ebenso sind im Culm, jedoch meist schmale Steinkohlen-Lager bekannt; so war früher Bergbau bei Hainichen und Ebersdorf in Sachsen.

In den Alpen, in Kärnthen und Steyermark tritt ein System von Thonschiefern, Sandsteinen, Conglomeraten und Kalksteinen auf, welches dem Culm angehört und bei den österreichischen Geologen unter dem Namen der „Gailthaler Schichten" bekannt. In denselben kommen auf der Stangalpe bei Turach in Obersteyermark Flötze einer Anthracit-artigen Kohle vor.

B. Obere oder productive Steinkohlen-Formation.

Verbreitung. In **Europa** besonders in **England**: die grossen Steinkohlenfelder von Südwales, von Bristol, Somersetshire, von Gloucestershire, Shropshire, Staffordshire, Lancashire, Cheshire, Derbyshire. In Schottland zwischen Clyde und Frith of Forth. Im n. und s. Irland. — In Frankreich im Dep. du Nord; in den Dep. Saone und Loire die Becken von Blanzy, von Creuzot, von St. Etienne, von Autun, Alais und noch viele kleinere. In Belgien das grosse Becken längs der Sambre und Maas. — In Deutschland ist es zunächst das Revier der Gegend von Aachen, welches mit den belgischen zusammenhängt: das Wormrevier und das Inderevier, dann aber das Westphälische oder Ruhrer Kohlengebirge, und dessen Fortsetzung die Ablagerung bei Ibbenbühren unfern Osnabrück. Das Saarbrücker oder Pfälzer Kohlenrevier, zwischen Saarbrücken und Bingen. In Sachsen sind die Becken von Zwickau, Flöha und im Plauenschen Grunde. In Thüringen bei Ilmenau; bei Ilfeld am Harzrande; bei Wettin unfern Halle. In Oberschlesien, Waldenburg in Niederschlesien. In Böhmen sind es besonders die Becken von Radnitz, von Pilsen und Schlan-Rakonitz. In Mähren bei Rossitz, Ostrau. In Bayern bei Erbendorf in der Oberpfalz. In Baden bei Offenburg. In den Alpen findet sich ein eigenthümliches Kohlengebiet zwischen dem unteren Wallis und der Tarentaise. — Im mittleren Sardinien; bei Vallongo in Portugal; in Asturien und Leon in Spanien. — In Russland finden sich Steinkohlen-Gebiete im mittleren und südlichen Theil, besonders am Donetz; am Gehänge des Ural. — Die grossartigste Verbreitung ist aber in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Hier sind es besonders nach den Angaben von **Foster:** das Alleghany-Kohlenfeld, durch sechs Staaten mit einem Flächenraum von 60,000 Quadratmeilen; das fast ebenso grosse Steinkohlenfeld von Illinois; das grösste von Missouri, über einen Flächenraum

von 100,000 Quadratm. ausgedehnt; die Kohlenfelder von Michigan mit 5000 Quadratm. und von Texas.[1])

Von den Versteinerungen.

Die jüngere oder productive Steinkohlen-Formation wird characterisirt durch einen grossen Reichthum an Pflanzen und Armuth an thierischen Resten. Die Pflanzen sind Landpflanzen und zwar vorzugsweise Gefässkryptogamen. Equisetaceen werden durch zahlreiche Arten der Gattung Calamites vertreten; die krautartigen Formen durch die wichtigen Gattungen Asterophyllites, Annularia, Sphenophyllum. Eine bedeutende Rolle spielen die Farnkräuter mit den an Arten reichsten Gattungen Neuropteris, Sphenopteris, Alethopteris, Cyatheites, Cyclopteris und Odontopteris. Von noch grösserer Bedeutung sind die Lycopodiaceen: Lepidodendron, Lycopodites mit verschiedenen Arten, so wie Sigillaria und Stigmaria. — Aber auch Blüthenpflanzen erscheinen bereits; die Cycadeen durch Nöggerathia, die Coniferen durch Araucarites repräsentirt. — Die thierischen Reste sind Mollusken, einige Schalenkrebse und Fische.

I. *Pflanzen.*

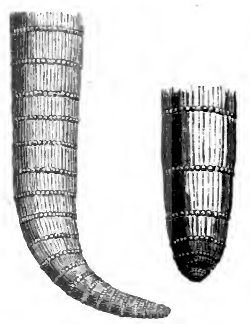
Fucoiden sind in neuerer Zeit in der Steinkohlen-Formation aufgefunden worden. Nach **Brodhead** enthält ein Sandstein in Crawford, Arkansas, *Fucoides cristagalli* **Lesq.** Ferner erwähnt **Lesquereux** das Vorkommen von *Chondrites Collettii* von Lodi, Indiana und *Caulerpites marginatus* **Lesq.** in Pennsylvanien.

Unter den wichtigeren Leitpflanzen sind zu nennen:

1) Calamiten.

Calamites cannaeformis **Schl.**
Calamites Suckowi **Brongn.**
Calamites Cisti **Brongn.**
Calamites approximatus **Schl.**
} In den Steinkohlen-Revieren Westphalens, Aachens, bei Piesburg, Saarbrücken, Schlesien, Böhmen.

In verschiedenen Gebieten haben die Calamiten zur Bildung von Kohlenflötzen beigetragen, die daher auch als „Calamiten-Kohle“ (Russkohle) bezeichnet wird. Die Calamiten repräsentiren in der Steinkohlen-Formation die dritte oder Hauptzone der Calamiten.



Calamites Suckowi.

2) Asterophylliten.

Asterophyllites grandis **Brongn.**
Asterophyllites equisetiformis **Schl.**

---

[1]) Für das Studium dieser Formation ist besonders zu empfehlen: Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas, ihre Natur, Lagerungs-Verhältnisse, Verbreitung u. s. w. von **H. B. Geinitz,** I. Bd. Geologie. 28 Karten. 1865.

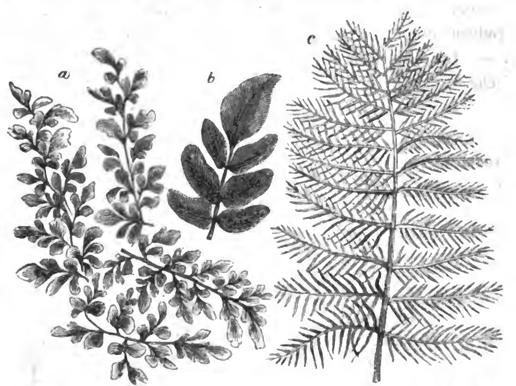
Asterophyllites longifolius **Sternb.**
Annularia longifolia **Brongn.**
Annularia radiata **Brongn.**
Annularia sphenophylloides **Zenk.**
} In den meisten Steinkohlenfeldern häufige Leitpflanzen.
Sphenophyllum emarginatum **Brongn.**
Sphenophyllum saxifragaefolium **Sternb.**
Die drei Gattungen vertreten die fünfte oder Hauptzone der Annularien.

3) Farnkräuter.

Die meisten Gattungen sind durch zahlreiche Arten vertreten, von welchen die eine in diesen, die andere in jenen Kohlenregionen besonders häufig.

Neuropteris crenulata **Brongn.**, *N. gigantea* **Sternb.**, *N. tenuifolia* **Schl.**, *N. heterophylla* **Brongn.**, *N. flexuosa* **Brongn.**

Sphenopteris Hoeninghausi **Brongn.**, *Sph. obtusiloba* **Brongn.**, *Sph. acutiloba* **Sternb.**, *Sph. Schlotheimi* **Sternb.**, *Sph. divaricata* **Goepp.**



a) Neuropteris flexuosa. b) Sphenopteris divaricata. c) Alethopteris Mantelii.

Alethopteris pteroides **Brongn.**, *Al. lonchitidis* **Sternb.**, *Al. Pluckeneti* **Schl.**, *Al. Mantelii* **Goepp.**

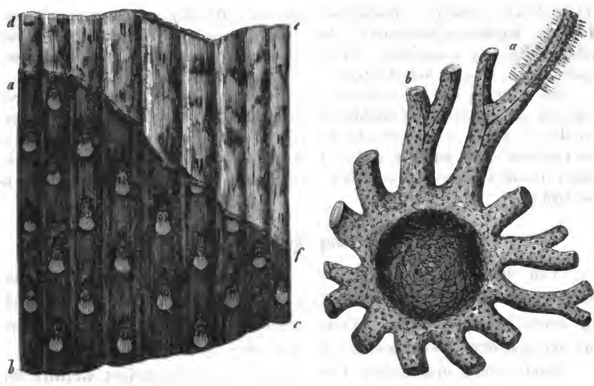
Cyatheites Miltoni **Art.**, *C. arborescens* **Schl.**, *C. dentatus* **Brongn.**, *C. plumosus* **Art.**

Die Farnkräuter bilden die fünfte Hauptzone der Farn.

4) Lycopodiaceen.

Lepidodendron laricinum **Sternb.**
Lycopodites selaginoides **Sternb.**
Ulodendron majus **Sternb.**
Sigillaria elegans **Brongn.**, *S. reniformis* **Bgt.**, *S. alternans* **Sternb.**, *S. elongata*

Brongn., *S. alveolaris* **Brongn.** In Deutschland sind die Sigillarien besonders in dem Saarbrückischen, Pfälzer und Aachener Revier häufig.



Sigillaria. Stigmaria ficoides.

Stigmaria ficoides **Sternb.** Im Kohlengebirge Schlesiens, Böhmens, Sachsens, Westphalens, Saarbrückens, Englands, Frankreichs, in grosser Menge in Russland.

Cardiocarpus **Sternb.** (früher *Cardiocarpon*) ist nach den neueren Forschungen als Fruchtschuppe von Lycopodiaceen zu betrachten. Böhmen, Westphalen.

5) Cycadeen.

Nöggerathia foliosa **Sternb.** Im Kohlengebirge Böhmens.

Nöggerathia palmaeformis **Goepp.** Saarbrücken, Westphalen.

Trigonocarpus Nöggerathi **Sternb.** Früchte von unsicherer Stellung, vielleicht von *Nöggerathia.* Im Kohlensandstein des Saarbrückischen.

6) Coniferen.

Araucarites Cordai **Ung.** Böhmen.

II. *Thiere.*

Gegenüber den Pflanzen spielen thierische Reste in der oberen Steinkohlen-Formation eine ganz untergeordnete Rolle. Wenn auch manche in gewissen Gegenden nicht selten, sind es immer lokale Vorkommnisse. Am ehesten verdient Erwähnung eine Pelecypode:

Anthracosia carbonaria **Goldf.** Bei Wettin, in Thüringen, Sachsen, Schlesien, bei Lüttich.

Als Landconchylien der Steinkohlen-Formation sind *Pupa vetusta* **Daws.** und *Zonites priscus* **Carp.** zu nennen.

Als lokale Vorkommnisse sind einige Schalenkrebse zu erwähnen: *Estheria tenella* **Jord.** und *Leaia Baentschiana* **Gein.** (Saarbrücken). — Von Fischen *Acanthodes*.

Endlich erscheinen Saurier an einigen wenigen Orten. Es sind zu den Labyrinthodonten gehörige. *Pholidogaster pisciformis* **Huxley** und *Loxomma Allmanni* **Hux.** im Edinburger Kohlenfeld; *Anthracosaurus Russellii* **Hux.** im productiven Kohlengebirge von Lanarkshire. Ferner *Dendrerpeton Acadianum* **Ow.**, *Hylonomus Lyellii* **Daws.** u. a. in Neuschottland.

(Das Auftreten von Meeresthieren, wie *Productus, Spirifer, Orthoceras* in unteren Schichten der productiven Steinkohlen-Formation ist mehrfach beobachtet, aber immerhin als ein durch ungewöhnliche Verhältnisse bedingtes zu betrachten. Bei Coalbrook-Dale wurde z. B. ein fünffacher Wechsel von meerischen und Süsswasser-Fossilien nachgewiesen. Noch grossartiger zeigt sich ein solcher Wechsel in Russland.)

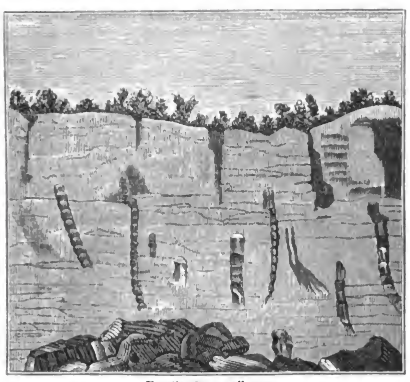
Vertheilung der Pflanzen.

Von den zahlreichen in der eigentlichen Steinkohlen-Formation auftretenden Pflanzen geht nur eine geringe Anzahl von Arten durch die ganze Schichten-Reihe. Viele erscheinen auf den unteren, andere auf den mittleren, noch andere auf den oberen Theil beschränkt.

Nach seinen gründlichen Untersuchungen unterscheidet **Geinitz** für die verschiedenen Kohlen-Ablagerungen der gesammten Steinkohlen-Formation (einschliesslich der älteren) fünf Steinkohlen-Floren oder Vegetations-Gürtel:) die erste oder älteste ist die Hauptzone der Lycopodiaceen, welche Zone, wie oben bemerkt, von **Heer** auch als Ursa-Stufe bezeichnet wird; 2) Hauptzone der Sigillärien; 3) Hauptzone der Calamiten; 4) Hauptzone der Annularien und 5) Hauptzone der Farn.

Vorkommen der Pflanzen. Die verschiedenen Pflanzen finden sich theils in den Schieferthonen, theils in den Sandsteinen. In ersteren besser erhalten. Im Allgemeinen hat man die Erfahrung gemacht: dass die Pflanzen sich vorzugsweise in der Nähe der Kohlenflötze finden; häufiger im Hangenden, als im Liegenden der Flötze; dass ihre Menge in dem Maasse abnimmt, je mehr sie sich von solchen entfernen. Die Blätter, das Laub der Pflanzenreste erscheinen auf den Schichtungsflächen und Klüften der Schieferthone als Abdrücke, bald in Kohlenstoff, bald in Eisenkies umgewandelt. — Die Stämme der Calamiten, Sigillarien, Lepidodendren und anderer Pflanzen, welche oft beträchtliche Länge erreichen, sind nicht immer rundlich, in ihrer ursprünglichen Form, sondern weit häufiger plattgedrückt. Die inneren Theile solcher Stämme — die ursprünglich wohl meist aus markiger Substanz bestanden — sind nun durch Masse von Schieferthon, Sandstein oder Sphärosiderit ersetzt, welche den Raum ausfüllt. Eine

oft mehrere Linien dicke Rinde von Steinkohle umgibt viele, besonders die grösseren Stämme. Bei weitem die meisten Stämme liegen wagerecht, den Schichten mehr oder weniger parallel. Indessen kommen auch aufrecht stehende Stämme vor, zwischen den Gesteins-Schichten, gleichsam verschiedene Bänke durchragend, werden sie auf solche Weise in vielen Kohlen-Revieren getroffen.



Fossile Baumstämme.

Bei St. Etienne in Frankreich hat der Abbau der Kohlenflötze eine Menge solcher Stämme entblösst; manche erlangen bei der Dicke von einem halben Fuss eine Länge von 10 bis 12 Fuss. In Neuschottland sah **Lyell** zahlreiche Baumstämme senkrecht zu den unter 24° einfallenden Schichten; die ansehnlichsten waren 20 Fuss hoch und hatten 4 Fuss im Durchmesser. Bei Parkfield im südlichen Staffordshire entdeckte man einen ganzen fossilen Wald; mehr als 70 Baumstämme waren zu sehen, einzelne bis zu 30 Fuss lang.

Die aufrecht oder etwas geneigt stehenden, die Schichten unter verschiedenen Winkeln durchschneidenden Stämme, namentlich die an ihren unteren Enden breiteren, lösen sich oft bei fortschreitendem Bergbau aus ihrer Umgebung und rutschen oder stürzen mit Schnelligkeit herunter. Es sind dies die für den Bergmann so gefährlichen „Glocken“ oder „Särge“.

Aufrecht stehende Baumstämme berechtigen zu den Folgerungen: dass dieselben an Ort und Stelle, wo sie gewachsen, begraben wurden, und dass die Ablagerung der sie umschliessenden Schichten ruhig von Statten ging.

Pflanzen, aus welchen die Kohlenflötze hervorgingen.

Die Pflanzen, welche sich als Abdrücke und als Stämme im Kohlen-Gebirge finden, gewinnen aber eine noch ganz besondere Bedeutung.

Die Steinkohle selbst ist nämlich aus der Umwandelung derselben hervorgegangen.

Bei aufmerksamer Beobachtung zeigen sich die Spuren der Pflanzen in den Steinkohlen-Flötzen selbst, was gewöhnlich übersehen worden ist. So liegen im westphälischen Kohlen-Gebirge nach **von Dechen** auf allen Schichtungs-Flächen der Kohlen von mattem Aussehen Abdrücke von Stigmarien, dann folgen in der Häufigkeit Sigillarien, Lepidodendren, Noeggerathien; Bruchstücke von Stigmaria mit Schieferthon und Thoneisenstein erfüllt, knollenförmige Centralkörper bildend, finden sich beinahe in allen Flötzen. Der Brandschiefer wird durch die breitgedrückten Stämme dieser Pflanzen gebildet, welche noch eine thonige Ausfüllungs-Masse enthalten und so zur Verunreinigung der Kohlen-Flötze beitragen. Alle diese Pflanzen liegen den Schichtungs-Flächen der Flötze parallel. Die Faserkohle in ihren kleinsten Parthien zeigt deutlich die Structur der Araucarien, auch die der Calamiten. Die genannten Pflanzen sind es, welche im westphälischen Kohlen-Gebirge zur Bildung der Flötze beigetragen haben. Wenig lieferten die Farnkräuter, die hier überhaupt seltener als in anderen Kohlen-Revieren auftreten.

In dem böhmischen Becken von Rackowitz, wo *Stigmaria* die vorwaltende Pflanze, sind Abdrücke und Spuren derselben in der Kohle nicht selten; bei Lubna sind einzelne Lagen der Kohle ganz mit linsenförmigen Carpolithen erfüllt.

Die Pflanzen, welche am meisten zur Bildung der Kohlen beigetragen haben, sind: *Stigmaria, Sigillaria, Lepidodendron,* die *Annularien, Calamiten.*

Für die Entstehung der Steinkohlenlager aus Landpflanzen hat **Dawson** ein interessantes Beispiel aufgeführt: das Vorkommen einer Lungenschnecke, *Zonites priscus* in aufrechtstehenden Stämmen von *Sigillaria* bei Joggins in Neuschottland.

Ueber den Prozess, durch welchen die verschiedenen Pflanzen in Kohle umgewandelt, wurde bereits oben das Wichtigste mitgetheilt[1]); die Umwandelung der Vegetabilien in Kohle beruht auf einer allmähligen Concentrirung des in der Pflanzensubstanz vorhandenen Kohlenstoffes Der Anhäufung von Kohlenstoff ist aber die Vermoderung besonders günstig, d. h. der Entmischungs-Prozess der Pflanzen unter Wasser, mit Abschluss der Luft. Wie die Torflager noch heutzutage durch Zersetzung von Pflanzen entstehen, so wurden einst die Steinkohlen-Ablagerungen gebildet: sie sind die Torfmoore der Vorwelt. Die meisten Kohlenflötze finden sich aber noch auf der Stelle, wo die Pflanzen, denen sie ihre Entstehung verdankten, einst wuchsen.

Vergleicht man die fossilen Pflanzen der Steinkohlen-Formation mit analogen, noch lebenden, z. B. mit baumartigen Farnkräutern und Lycopodiaceen, so sprechen die gigantischen Formen der Farnkräuter und anderer Pflanzen der Kohlen-Formation entschieden für die Annahme: dass es ein heiss-feuchtes, aber gleichförmiges Klima gewesen sei, welches in jener Epoche in einem grossen Theil der Erdoberfäche herrschte.

In Gegenden, welche jetzt nur wenige Gräser, Flechten und Moose erzeugen, wie

[1]) S. 146.

auf Spitzbergen, Melville-Island, hat man solche Farnkräuter nachgewiesen, wie sie nur in einem wärmeren Klima gedeihen konnten. Unter den günstigsten Einflüssen müssen die Wälder der Steinkohlen-Formation emporgewachsen sein, um nach Jahrtausenden eine solche fossile Flora und die zahlreichen Kohlen-Lager zu liefern. Sie erinnern an die Wälder längs der niedrigen Küsten tropischer Regionen; aber sie waren keineswegs — wie man gewöhnlich anzunehmen geneigt — auf Flussmündungen, auf Küsten-Streifen oder Inseln beschränkt, sie erstreckten sich über ausgedehnte Flächenräume in den verschiedensten Welttheilen über den Boden der in langsamer Senkung begriffenen Continente. Und in jener gewaltigen Sumpf-Vegetation, bestehend aus mannigfachen Arten untergegangener Geschlechter von Equisetaceen, Farnkräutern, Lycopodiaceen, Sigillarien u. s. w. sind es die Stigmarien, welche die wichtigste Rolle spielen. Mit Recht hat **Bronn**[1]) auf die Bedeutung letzterer besonders aufmerksam gemacht. „Zu den Stationen eigenthümlichster Art — so bemerkt derselbe — gehören die unermesslichen Stigmarien-Sümpfe in der Steinkohlen-Bildung. Mit ihren wagerechten, langen und zahlreichen Wurzel-Aesten auf der Oberfläche des Wassers ausgebreitet, scheinen die Stigmarien im Laufe der Jahre allmählig Unterlage und Boden für manche andere Vegetabilien geworden zu sein, welche nach ihrem Absterben zerfallend auf den Grund des Gewässers niedersanken und dort bei abgehaltenem Luftzutritte sich langsam und vollständig in Kohle verwandelten, während sie auf der Oberfläche des Bodens an der Luft mit Hinterlassung nur weniger Ueberreste verfault sein würden. So war die Anhäufung kohliger Materie (wie in unseren Torfmooren) verhältnissmässig rasch möglich, und bedurfte die Bildung mächtiger Kohlen-Lager vielleicht nicht so langer Zeit, als man ihnen gewöhnlich zuschreibt. Aber die hundertfältige Wechsellagerung der Steinkohlen-Schichten mit Sandstein und Schieferthon deutet eine allmählige und lange fortdauernde Senkung des Bodens an, während welcher die entstandenen Lagen vegetabilischer Materie von Sand und Schlamm bedeckt und der Boden wieder erhöht wurde. Diese fortdauernden Senkungen deuten auf eine plutonische Bewegung der Erdrinde, in deren Gefolge, wie wir in vielen Gegenden noch wahrnehmen, wohl lange Zeit fortdauernde Ausströmungen von kohlensaurem Gas eintraten, welches eben so allmählich als es ausströmte, durch Bindung in vegetabilischer Materie und Umbildung zu Kohle wieder aus der Atmosphäre zu beseitigen die Aufgabe jener Sumpfwälder gewesen zu sein scheint. Denn hätte aller Kohlenstoff der organischen Materie, die jetzt in der Erde als Kohle, Bitumen u. dergl. enthalten ist, anfänglich gleich in der Atmosphäre existirt, so wäre weder ein vegetabilisches noch ein animalisches Leben möglich gewesen. Diese kohlenbildenden Stigmarien-Sümpfe mit ihrer ganzen eigenthümlichen Vegetation scheinen früher und später da wieder zum Vorschein gekommen zu sein, wo ähnliche Senkungen und Ausströmungen von kohlensaurem Gas eintraten."

Für die meisten Kohlen-Flötze der oberen Steinkohlen-Formation dürfte die oben schon angedeutete Annahme gerechtfertigt sein: dass sie sich an dem Ort befinden, wo die Pflanzen, aus deren Umwandelung sie hervorgingen, einst wuchsen. Was hingegen die in der unteren Steinkohlen-Formation, sowohl im Kohlenkalk als im Culm vorkommenden Kohlen-Lager betrifft, so könnte von solchen die Theorie gelten: dass es angeschwemmte Pflanzen waren, die das Material für die Kohlen lieferten, oder dass auch ein mehrfach wiederholter Wechsel von Land und Meer statt hatte.

[1]) Untersuchungen über die Entwickelungs-Gesetze der organischen Welt, S. 484.

Lagerung der Steinkohlen-Formation.

Bei weitem die meisten Kohlen führenden Ablagerungen finden sich in lang gedehnten, muldenförmigen Vertiefungen oder Becken. Solche flache Mulden, bald inmitten grösserer Strecken Landes, bald an Gestaden des Meeres oder auf Inseln gelegen, waren der Sumpf-Bildung besonders günstig. In ihnen gedieh ein üppiges Pflanzen-Leben, bis es mit Sand und Schlamm erfüllt wurde, welche zu Sandstein und Schieferthon erhärteten, während die pflanzlichen Stoffe sich in Kohle umwandelten. Und dieser Vorgang wiederholte sich; im thonigen Schlamm bildeten sich neue Sümpfe, um aufs Neue unter Sand und Schlamm begraben zu werden. Deshalb findet man in vielen Steinkohlen-Revieren oft eine vierzig-, sechzig- und hundertfache Wechsellagerung der Schichten von Steinkohle, Sandstein und Schieferthon.

Die Schichten der Steinkohlen-Formation liegen häufig völlig horizontal oder sie zeigen sich, unter mehr oder weniger steilem Winkel geneigt, meist dem Mittelpunkt der Becken zufallend.

Als ein besonderes Beispiel für detaillirtere Gliederung eines Steinkohlen-Reviers sei hier dasjenige der Saar-Rheingegenden gewählt nach den neuesten Forschungen von **E. Weiss.**

2) Zone der Ottweiler Schichten.

Schichten	Zone
Graue Gesteine, auch Kalksteine, Kohlenflötze, viele Pflanzen, Anthracosien, Fische. Rothe und conglomeratische Sandsteine, Kohlen und Kalkstein.	Zone der Farn.
Zwei bauwürdige Kohlenflötze: Kalk oder Dolomit mit *Estheria*. Graue oder braune Sandsteine und Schieferthone mit Thierresten: *Anthracosia*, *Estheria*, *Leaia*.	Zone der Annularien.

1) Zone der Saarbrücker Schichten.

Schichten	Zone
Kalkstein und Schieferthon, Rothe Sandsteine, Conglomerate	Zone der Calamiten.
Graue oder rothe Gesteine, Kalksteine, Thonsteine	Zone der Sigillarien.

(Es gewinnt die Kohlenformation im Saar-Rheingebiet noch besonderes Interesse wegen ihren Beziehungen zum Rothliegenden, wovon später die Rede sein soll.)

Mächtigkeit und Zahl der Kohlenflötze in den verschiedenen Revieren ist eine sehr wechselnde. Die mittlere Mächtigkeit ist etwa 3 F.; es gibt aber auch nur zollmächtige, hingegen auch solche, die 25 bis 30 F., wie bei Zwickau, die 40 F., wie bei Bendzin in Oberschlesien erreichen. Nur selten kommt ein einziges Flötz vor, weit öfter liegen mehrere in gewissen Abständen übereinander. So kennt

man im Döhlener Becken 4, bei Aachen etliche 40, in Westphalen bis zu 70 Flötze; bei Lüttich sogar 85, in Lancashire 120 Flötze. Im Allgemeinen gilt das Gesetz: dass die Anzahl der Flötze zu ihrer mittleren Mächtigkeit in umgekehrtem Verhältniss steht, d. h. je zahlreicher die Flötze, um so geringer auch deren Mächtigkeit.

Was die Qualität der Kohlen betrifft, so stösst man in den einzelnen Revieren auf manche beachtenswerthe Thatsachen. **H. v. Dechen** hat schon längst darauf aufmerksam gemacht, dass im Westphälischen Kohlengebirge die tieferen Flötze Sandkohlen, die mittleren Sinterkohlen, die oberen Backkohlen führen. — Im Saarbecken sind die hangenden Flötze gewöhnlich magere, die liegenden fette Kohlen.

Es gibt auch Steinkohlen-Formationen, die ganz ungewöhnliche Lagerungs-Verhältnisse wahrnehmen lassen.

Die Anthracit-Region der Schweiz gehört zu solchen. Sie ist im s. und w. Theil von Wallis verbreitet und zieht sich von da durch Savoyen nach der Dauphiné. Dieselbe besteht aus schwarzen Thonschiefern mit schönen, in weissen Talk umgewandelten Pflanzen-Resten, aus Sandsteinen und Conglomeraten. Der Anthracit bildet Lager und Nester. Die nördliche Zone dieser merkwürdigen Anthracit-Bildung zwischen St. Maurice und Martigny erscheint mit vertikaler Schichtung in der Höhe sich fächerförmig verbreitend zwischen Gneiss eingeklemmt. — Bei Petit Coeur unweit Moutiers liegen Schichten der Anthracit-Formation über Belemniten führenden Ablagerungen des Lias; es hat eine völlige Umkehrung der Schichten stattgefunden, sodass die älteren über den jüngeren ihre Stelle einnehmen. Die Pflanzen der Schweizer Anthracit-Region sind characteristische der Steinkohlen-Formation.

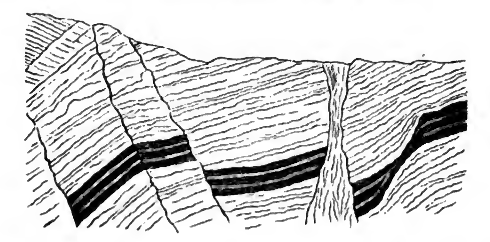
Die Steinkohlen-Formation bei Offenburg in Baden bildet ein schmales Band, das sich im Hangenden und Liegenden von Gneiss und Granit begrenzt von Diersburg nach Berghaupten zieht. Die Gesteine sind Sandsteine und Kohlenschiefer, oft mit dicker, glänzender Anthracit-Rinde bedeckt, Conglomerate und eigenthümliche Feldsteine, von **Sandberger** als Adinolschiefer bezeichnet; Anthracit tritt nester- und lagerartig auf. Die genannten Gesteine füllen den von Gneiss und Granit umschlossenen, mulden- oder spaltenförmigen Raum in höchst unregelmässiger Lagerung aus. Es muss hier eine muldenförmige Aufbiegung — dem Zuklappen eines Buches vergleichbar — oder eine einseitige, einer Spalte folgende Versenkung eingetreten sein, deren Resultat die zahlreichen Verwerfungen und Quetschungen. Nach ihren Pflanzen, unter welchen *Calamites cannaeformis* am häufigsten, gehört die Kohlen-Formation von Offenburg der zweiten, Sigillarien-Zone an.

Es verdienen noch die ganz ungewöhnlichen Verhältnisse, unter welchen die Steinkohlen-Formation im südl. Russland auftritt, Erwähnung. Das Donetzer-Revier wird, wie andere, aus wechsellagernden Schieferthonen und Sandsteinen gebildet. Dazwischen liegen aber 1 bis 6 F. mächtige dolomitische Kalksteine und $^1/_4$ bis 4 F. mächtige Anthracit-Lager, im nordwestlichen Theile des Gebietes an deren Stelle Steinkohlen. Die Sandsteine und Schieferthone enthalten nur Landpflanzen, die

Kalksteine nur Meeresthiere (Producten). Und diese Landpflanzen führenden Sandsteine und Schieferthone und marine Kalksteine treten in einem vielleicht über dreissig Male sich wiederholenden Wechsel auf. Es scheint — bemerkt **B. v. Cotta** — dass in diesem Theil von Russland während der Kohlenperiode nicht nur ein vielfacher Wechsel von Meer und Sumpfland (Senkung und Hebung) eingetreten ist, sondern dass unter diesen Umständen auch keine scharfe Grenze zwischen Kohlenkalk- und Steinkohlen-Formation gezogen werden kann. Endlich ist sehr merkwürdig, dass alle Kohlen des südlichen Donetz-Gebietes den Zustand des schönsten Anthracits angenommen haben, während sie im nordwestlichen Theil im Zustand der Schwarzkohle verblieben. — Im mittleren Russland, in einer Entfernung von etwa 70 Meilen, kommen im Kohlenfeld von Tula Kohlen vor, die der Braunkohle gleichen und Krystalle von Honigstein enthalten. — In neuester Zeit hat auch die Entdeckung bauwürdiger Lager von Kohle bei Murajewinsk im Gouvern. Riäsan Aufmerksamkeit erregt. Es ist dies die sog. „Bogheadkohle", welche zuerst bei Bathgate unfern Glasgow aufgefunden wurde, dann zu Pilsen, wo sie als „Brettelkohle" bekannt.

Verwerfungen im Steinkohlen-Gebirge.

Zu den Erscheinungen eigenthümlicher Art, welche — obwohl auch in anderen Formationen nachgewiesen — in dem Steinkohlen-Gebirge recht eigentlich zu Hause sind, gehören die Verwerfungen oder Verschiebungen, auch Sprünge oder Wechsel genannt. Es zeigen sich nämlich die Massen der Schichten, welche ursprünglich zusammenhingen, durch Risse oder Spalten getrennt und zu beiden Seiten solcher Spalten eine Verrückung, Verschiebung ihrer Lage. Gewöhnlich findet man dabei die Thatsache, dass die Schichten, welche sich im Hangenden der Spalte befinden, abwärts bewegt wurden.



Die Richtung solcher Spalten ist sehr verschieden; bald ihr Streichen dem der Schichten parallel, bald schneidet es solche rechtwinkelig. Die Gesteine des Kohlen-Gebirges sind durch derartige Spalten oft nur um mehrere Zoll oder Fuss, zuweilen aber auch um viele hundert und tausend Fuss verworfen.

So kennt man bei Kellingshausen im westphälischen Kohlenrevier eine Verwerfung, an deren Nordseite alle Schichten 900 Fuss tiefer liegen, als auf der Südseite. Oft wiederholen sich die Sprünge auf kurze Strecken. So zählt man im Eikthale in Midlothian etwa 120. Wo viele solche Verwerfungen zusammentreffen, entstehen nicht selten die grössten Störungen im Gebirgsbau; die zwischen den Verwerfungen liegenden Schichten zeigen das verschiedenste Streichen, meist dem der Verwerfungen parallel.

In der Regel sind die Sprünge von geringer Mächtigkeit, mit Letten, Schieferthon oder auch mit Kohlenbesteg ausgefüllt; derartige Ausfüllungsmassen werden auch als Rücken oder Kämme bezeichnet; sie tragen ganz den Character von die Kohlen-Formation durchsetzenden Gängen.

Im Gefolge der Sprünge pflegen die Rutschflächen oder Spiegel nicht zu fehlen. So nennt man die durch die gewaltige Reibung und Pressung geglätteten, wie polirt aussehenden Gesteins-Flächen, welche sich an den Wandungen der Spalten, auch an den Salbändern der Rücken einstellen.

Als Ursachen der Verwerfungen sind in vielen Fällen eruptive Gesteine zu betrachten, welche durch das Kohlen-Gebirge heraufgedrungen sind und die mannigfachsten Veränderungen und Störungen hervorriefen, von welchen bei einer anderen Gelegenheit die Rede sein soll.

Kohlen-Brände.

Die Schichten des Kohlen-Gebirges erleiden aber noch durch andere Veranlassungen die merkwürdigsten Umwandelungen. Dies sind die Kohlenbrände. Kohlenflötze, welche viel Eisenkies fein vertheilt enthalten, entzünden sich von selbst, indem der Eisenkies sich in schwefelsaures Eisenoxydul oder Eisenvitriol umwandelt, wobei eine Entwickelung von Wärme stattfindet, welche bewirkt, dass die Kohlen in Brand gerathen. Solche Kohlen-Brände dauern oft lange Zeit, Jahrhunderte fort. Dabei werden die in der Nähe der brennenden Flötze befindlichen Schichten von Sandstein und Schieferthon in Folge der fortwährend auf sie wirkenden Hitze geglüht, gebrannt, der letztere zu dem sog. „Porzellanjaspis“ umgewandelt; an die Stelle seiner schwarzen Farbe ist rothe, gelbe oder blaue getreten, er ist viel härter, unter dem Hammerschlag klingend geworden.

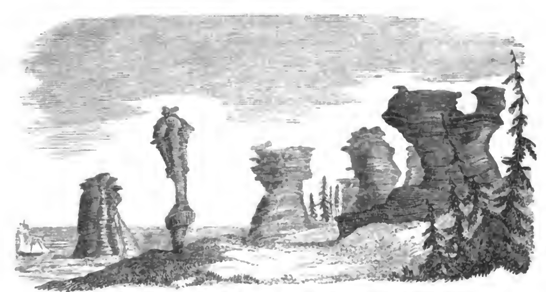
Deutschland hat einige Beispiele aufzuweisen: bei Zwickau in Sachsen, die Fanny-Grube bei Michalowitz in Oberschlesien und den brennenden Berg bei Duttweiler unfern Saarbrücken. Am letzteren Orte steigen aus zahlreichen Spalten Dämpfe auf, welche durch ihre Einwirkung auf die Gesteinswände die fortdauernde Bildung mancher Mineralien — wie Schwefel, Alaun, Salmiak, Gyps — bewirken.

Berg- und Fels-Formen der Gesteine der Steinkohlen-Formation.

Kohlensandstein und Schieferthon setzen meist Berge von wenig ausgezeichneter, rundlicher Form zusammen, durchschnitten von breiten Thälern. Nur an Fluss-Ufern, an Meeres-Gestaden, wo das Land schnell und schroff emporsteigt, trifft man pittoreske Felsmassen. Dies ist zumal an der Nordküste Irlands der Fall,

in den Grafschaften Sligo und Mayo, an den Poolaclogher-Hügeln, wo unmittelbar aus dem Meere sich sehr malerische Felswände von Sandstein und Schieferthon erheben.

Der Kohlenkalk bildet zuweilen, gleich dem Kalk und Dolomit der Uebergangs-Formation, schöne Felsmassen. In Derbyshire, Yorkshire, Northumberland trägt er nicht wenig zur Scenerie der dortigen Gegenden bei; ebenso im südlichen Wales, wo er namentlich die merkwürdigen Stackpole-Klippen mit ihren vielfach gewundenen Schichten bildet. — Auf den Ufern der Mingan-Eilande — einer Insel-Gruppe an der Südküste von Labrador — finden sich, nach den Schilderungen des englischen Reisenden Bayfield, Kohlenkalk-Felsen von wundersamer, ungewöhnlicher Gestalt, auf welche die sie umwogenden Fluthen des Meeres einen unverkennbaren Einfluss ausübten. Von der Ferne, vom Meere aus, glaubt man Thürme oder Säulen zu erblicken.



Felsen von Kohlenkalk auf einem der Mingan-Eilande.

III. Dyas-Formation.

(Formation des Rothliegenden und des Zechsteins; permische Formation.)

Wie der Name Dyas andeutet zerfällt die Formation in zwei Abtheilungen: eine untere, ältere, das Rothliegende, und in eine obere, jüngere, die Zechstein-Gruppe. Dieser Name Dyas ist aber eigentlich nur für ihre Entwickelung in Deutschland anwendbar, wo dieselbe zuerst bekannt und durch den Geologen **Freiesleben** geschildert wurde. „Rothliegendes" bezeichnet eine vorwaltend rothe Ablagerung von Trümmergesteinen, von Conglomeraten und Sandsteinen, auch „Todtliegendes"

[1]) Das Hauptwerk für das Studium dieser Formation ist: Dyas oder Zechstein-Formation und Rothliegendes von **H. B. Geinitz.** Bd. 1. Die animalischen Ueberreste der Dyas. Mit 23 Taf. Leipzig 1861. Bd. 2. Die Pflanzen der Dyas und Geologisches. Mit 19 Taf. 1862.

genannt, weil solche die erzleere, „todte“ Unterlage, das Liegende, gewisser erzführender Schichten bildet. Der Name Zechstein bezieht sich auf das bergmännische Wort Zeche, d. h. Grubenhaus, wie solche auf einem Kalkstein über den erzführenden Schichten sich befanden, wonach eben dieser Kalkstein Zechstein genannt wurde. — Auch in England und Russland treten Schichtencomplexe auf, welche — wie die Dyas Deutschlands — zwischen Steinkohlen-Formation und der Trias ihre Stelle einnehmen und gleichen Alters mit der Dyas sind; aber streng genommen ist für dieselben in den beiden genannten Ländern der Name Dyas weniger geeignet, weil sich entweder keine scharfe Gliederung in zwei Abtheilungen zeigt, wie in Russland; oder weil, wie in England, vorzugsweise nur die obere Abtheilung zur Entwickelung gelangte. Für die Dyas Russlands wurde daher auch ein anderer Name vorgeschlagen: permische Formation, wegen der grossen Verbreitung im Gouvernement Perm.

A. Rothliegendes oder untere Dyas.

Verbreitung. Das Rothliegende ist in Deutschland, besonders in Sachsen sehr entwickelt, im erzgebirgischen Becken; im Oschatz-Frohburger Becken; am Harzrande; in Thüringen, bei Halle, in Böhmen und Mähren; in Schlesien, in der bayerischen Oberpfalz; dann im westlichen Deutschland in Hessen, am Spessart, bei Darmstadt, im südlichen Odenwald bei Schriesheim, Dossenheim u. a. O.; im Schwarzwald in den Umgebungen von Baden und bei Kandern; in der Rheinpfalz und in den Vogesen. — In England, wie es scheint, hauptsächlich nur durch Sandsteine bei Kidderminster in Shropshire vertreten.

Gesteine in der unteren Dyas.

Die Gesteine der unteren Dyas bestehen aus Conglomeraten verschiedener Art, aus Sandsteinen als vorwaltende Gebirgsglieder; mehr untergeordnet, aber häufig erscheinen Schieferthone, Brandschiefer, Schieferletten, Kalksteine und Thonsteine.

Graue Conglomerate. Geschiebe von Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer, Granit durch ein thoniges oder sandiges Bindemittel oft nur lose verkittet. Von Streifen grauen Schieferthons durchzogen.
In Sachsen bei Zwickau, die Dyas eröffnend.

Rothe Conglomerate. Abgerundete, aber auch eckige Fragmente sehr verschiedener Gesteine, besonders von Quarzit, Kieselschiefer, Gneiss, Granit, Thonschiefer, Porphyr durch ein Bindemittel zusammengehalten, welches bald thonig, bald kieselig, bald ein sandsteinartiges. Die einzelnen Geschiebe oft mit einem feinen Ueberzug von Eisenoxyd bedeckt, welches auch als färbende Substanz des Cäments auftritt. Das Rothliegende enthält nicht selten Streifen rothen Schieferthons oder von Letten, Brandschiefer, Kalk-Knollen, auch plattenförmige Ausscheidungen von Hornstein.

Solche Conglomerate besitzen eine bedeutende Verbreitung; in Thüringen bei Eisenach, am Kyffhäuser, am Harzrande, in Sachsen, Böhmen, Schlesien.

Porphyr-Conglomerate und Breccien. In manchen Gegenden stellen sich Fragmente von Quarzporphyr in dem Grade vorwaltend ein, dass vollständige Trümmerporphyre entstehen. Die Bruchstücke sind bald abgerundet, bald scharfkantig und eckig, gehören theils einer, theils verschiedenen Porphyr-Abänderungen an. Das Bindemittel besteht aus Porphyrschutt, aus Quarz oder Thon.

Thüringer Wald; Gegend von Baden im Schwarzwald; im südlichen Odenwald bei Dossenheim und Schriesheim.

Thonsteine. Die Porphyr-Conglomerate lassen häufig durch Kleinerwerden ihrer Gesteins-Trümmer und Vorwalten des Cäments allmähligeUebergänge in Porphyrtuffe oder Thonsteine wahrnehmen. Solche Tuffe erscheinen nicht selten durch Kieselsäure imprägnirt, silificirt.

In Sachsen bei Zwickau, Rochlitz u. a. O.; im südlichen Odenwald bei Schriesheim.

Sandsteine. Fein- oder grobkörnig, von grauer, grünlichgrauer, häufiger von rother, röthlichbrauner Farbe; enthält nicht selten Feldspath-Theilchen, sog. Feldspath-Sandstein (im Saarbrückischen, Rheinpfalz); meist reich an feinen Blättchen von Muscovit. Das Bindemittel thonig oder kieselig. Sie gehen einerseits durch häufiger Werden von Geschieben in Conglomerate, andererseits durch Vorwalten des Cäments in sandige Schieferletten über.

Schieferthon, d. h. Gemenge von Thon mit feinem Quarzsand und oft sehr zahlreichen Muscovit-Schuppen, von grauer oder blutrother oder röthlichbrauner Farbe.

Schieferletten, vorwaltende graue oder tiefrothe Thonmasse, mit feinem Quarzstaub und mikroskopischen Schüppchen von Muscovit gemengt.

Brandschiefer, Schieferthon imprägnirt mit bituminösen Stoffen und durch diese schwärzlichbraun oder schwarz gefärbt; auch Phosphorsäure- und Kupfer-haltig. Diese Brandschiefer bilden bald nur schmale Streifen im unteren Rothliegenden, bald schwellen sie zu grösseren Schichten-Systemen an. Sie gewinnen besondere Bedeutung, weil sie vorzugsweise die Niederlage der Pflanzen; sehr verbreitet in Sachsen bei Salhausen, im nördlichen Böhmen, zwischen Lauban und Löwenberg in Schlesien, in Mähren, bei Erbendorf in der Oberpfalz.

Kalkstein ist öfter dem unteren Rothliegenden eingeschaltet, lagerartig, aber mehr in Knollen und Platten; gewöhnlich dunkelfarbig, dolomitisch oder bituminös, sog. Stinkkalk. Enthält zuweilen Fischreste.

Ruppersdorf in Böhmen, Zwickau in Sachsen, Mauereck, Schlesien, Odenbach, Rheinpfalz.

Von den Versteinerungen der unteren Dyas oder des Rothliegenden.

Die organischen Reste bestehen vorwaltend aus pflanzlichen und zwar aus Landpflanzen. Die Flora des Rothliegenden schliesst sich an jene der productiven Steinkohlen-Formation an, mit welcher es noch eine Zahl von Arten (gegen 20) gemein hat. Die Equisetaceen sind wieder, aber durch wenige, Species von *Calamites* vertreten; die Farnkräuter durch mehrere Arten, denen sich Baumfarn in gewaltigen

Stämmen beigesellen. Namentlich aber erscheinen Coniferen mit der wichtigen Gattung *Walchia*, ferner Cycadeen, Palmen. Die thierischen Reste sind vorzugsweise auf einige heterocerce Fische und Saurier beschränkt. — Brandschiefer und Stinkkalk im Rothliegenden beherbergen besonders die Versteinerungen.

(In dem Rothliegenden selbst finden sich hauptsächlich nur verkieselte Stämme, wie bei Chemnitz, Radowenz in Böhmen, am s. Abhang des Riesengebirges, am Kyffhäuser, bei Vilbel in Hessen u. a. O.)

A. *Pflanzen.*

1) Equisetaceen.

Calamites gigas **Brongn.** Leitpflanze; Salhausen bei Oschatz, Erbendorf, Oberpfalz, Thüringer Wald, Rheinpfalz, Russland.

2) Asterophylliten.

Annularia carinata **Gutb.** Häufig: Löwenberg, Schlesien, Zwickau, Sachsen, Hohenelbe, Böhmen, Erbendorf.

3) Farnkräuter.

Hymenophyllites semialatus **Gein.** An den gen. Orten, auch bei Altenbamberg, Rheinpfalz.

Odontopteris obtusiluba **Naum.** Leitpflanze an etwa 25 Orten nachgewiesen.

Alethopteris (*Callipteris*) *conferta* **Sternb.** Sehr verbreitet.

Cyatheites arborescens **Schl.** Auch in der Steinkohlen-Formation.

Psaronius infarctus **Ung.**
Psaronius Haidingeri **Stenz.**
Tubicaulis primarius **Cott.**
} Verkieselte Stämme. Chemnitz, Böhmen, Kyffhäuser.

4) Coniferen.

Walchia piniformis **Schl.** Leitpflanze, an etwa 40 Orten nachgewiesen in Sachsen, Böhmen, Schlesien, Mähren, Thüringen, Ober- und Rheinpfalz; Shropshire, England, Orenburg, Russland. (Tritt vereinzelt schon in der Steinkohlen-Formation auf.)

Walchia filiciformis **Gein.** Ebenfalls sehr häufig; nur in der unteren Dyas.

Araucarites Stigmolithus **Ung.** Verkieselte Stämme; Chemnitz, Böhmen, Erbendorf.

5) Palmen.

Guielmites permianus **Gein.** Sachsen, Böhmen, Schlesien, Thüringen, Oberpfalz.

Porosus communis **Cott.** Sachsen.

6) Cycadeen.

Cordaites Ottonis **Gein.** Schlesien, Sachsen, Böhmen, Thüringen, Wetterau.

B. *Thiere.*

(Als für das „Kohlenrothliegende“ des Pfälzer-Saarbrücker Gebietes bezeichnende Reste seien erwähnt: von Pelecypoden: *Unio carbonarius* **Br.**; von Insecten *Blattina lebachensis* **Go.**; von Crustaceen: *Estheria tenella* **Jord.**; *Leaia Bäntschiana* **Gein.** und *Uronectes fimbriatus* **Jord.**; letzterer auch bei Sulzbach unfern Gernsbach in Baden.)

Fische.

Palaeoniscus Vratislaviensis **Ag.** Löwenberg, Schlesien; Ruppersdorf, Böhmen; Oberpfalz; im Birkenfeldischen.

Xenacanthus Decheni **Beyr.** An den gen. Orten; Salhausen, Sachsen; Thoneisenstein-Nieren bei Lebach.

Acanthodes gracilis **Roem.**
Acanthodes Bronni **Ag.**
Amblypterus macropterus **Ag.**
} In Thoneisenstein-Nieren des Kohlenrothliegenden.

Saurier.

Saurichnites salamandroides **Gein.** In Stinkkalk Böhmens, Schlesiens.
Saurichnites lacertoides **Gein.** Brandschiefer bei Birkenfeld.
Archegosaurus Decheni **Goldf.** In Thoneisenstein-Nieren bei Lebach.

Beispiele vom Vorkommen und Gliederung des Rothliegenden.

Das Rothliegende zeigt in seinen verschiedenen Verbreitungs-Gebieten keine bestimmte Gliederung. Es erscheint als vorwaltende Conglomerat- oder Sandstein-Bildung mit untergeordneten Schieferthonen, Brandschiefern, Kalksteinen, Thonsteinen. Als eine „eruptiv-sedimentäre“ Formation ist das Rothliegende vorzugsweise an gewisse Eruptivgesteine, insbesondere an Quarzporphyre geknüpft, welche das Material für seine Ablagerungen lieferten, wie in verschiedenen Gegenden Deutschlands; wo die Porphyre fehlen, da gewinnt das Rothliegende keine bedeutendere Entwickelung in der Form mächtiger Trümmer-Bildungen, wie in England.

In dem Oschatz-Frohburger Becken — dessen Schilderung wir **Naumann** verdanken — besteht die untere Abtheilung des Rothliegenden aus bunten Thonsteinen, auf die weisse und graue Sandsteine, dann wieder gelbe Thonsteine folgen, die, besonders bei Wechselburg, von Porphyr bedeckt werden, auf denen Schichten von Conglomerat, Sandstein und Schieferletten ruhen.

In Böhmen, wo Rothliegendes auf grosse Strecken hin verbreitet, zeigt es bei Hohenelbe folgende Gliederung:

4. Obere, sandig-thonige Gesteine mit Lagern von Kalk und Dolomit.
3. Obere Conglomerate, als oberes Rothliegendes.
2. Untere, sandig-thonige Gesteine, mit Lagern des Ruppersdorfer Kalksteines und Brandschiefern.
1. Untere Conglomerate mit Kohlenflötzen, als unteres Rothliegendes.

In der bayerischen Oberpfalz, bei Erbendorf, wo das Rothliegende in bedeutender Mächtigkeit, bis zu 6000 F. auftritt, zeigt es nach **Gümbel** folgende Gliederung:

7. Rothe Conglomerat-Zone, 900 F. mächtig.
6. Graugrüne Schiefer-Zone, 600 F. mächtig.
5. Rothe Schiefer- und Porphyr-Conglomerat-Zone, 1130 F.
4. Bunte Conglomerat-Zone mit Kalkknollen und Porphyr-Conglomerat, 972 F. mächtig.
3. Brandschiefer und Sandsteine (Niederlage der zahlreichen organischen Reste). 1385 F.
2. Untere rothe Schiefer- und Sandstein-Zone, 880 F.
1. Zone des Graurothliegenden, 125 F.

Durch die trefflichen Arbeiten von **E. Weiss** und **Gümbel** ist die Gliederung des Rothliegenden im Saar-Rheingebiete näher ermittelt worden. Es ist das sog. „Kohlen-Rothliegende" (früher zur Steinkohlen-Formation gestellt), welches hier auf deren oberen Schichten, der Ottweiler Zone (s. oben S. 228) folgt.

3. Oberes Rothliegendes, rothe Conglomerate, frei von Kohlen, ohne Versteinerungen.
3. Mittles Rothliegendes. Obere Lebacher Schichten; rothe Schieferthone, Conglomerate und Sandsteine, sog. Walchia-Sandstein.
   Untere Lebacher Schichten (Odenbacher Stufe **Gümbel's**); Lebacher Erzlager mit *Acanthodes;* Kalkstein, graue thonige Schiefer.
1. Unteres Rothliegendes. Obere Cuseler Schichten. (**Gümbel's** Staufenbacher Stufe.) Thoneisensteine mit *Alethopteris conferta*, Kieselhölzer, schwache Steinkohlen-Flötze, mächtiger röthlicher Sandstein, schwache Kalklager.
   Untere Cuseler Schichten (**Gümbel's** Breitenbacher Stufe.) Rothe Sandsteine und Conglomerate mit Kalkbänken; *Calamites gigas* und *Walchia piniformis* sehr häufig.

In England ist, wie bereits bemerkt, das Rothliegende zu keiner bedeutenden Entwickelung gelangt. In der Gegend von Kidderminster in Shropshire kommen röthliche Sandsteine vor, in welchen *Walchia piniformis* beobachtet und welche vielleicht als Aequivalente des unteren Rothliegenden in Deutschland zu betrachten. In Yorkshire und Durham finden sich Ablagerungen von Sandstein und Sand und Mergel und untergeordnetem Mergel und Gyps, die vielleicht aber der oberen Dyas angehören. Dem Rothliegenden sollen gewisse Schichten im n.-ö. England angehören, der sog. Penrith-Sandstein, welcher mit Conglomeraten und rothen Schieferthonen einen Schichten-Complex von 3000 F. bilden soll. Bei dem Mangel organischer Reste ist diese Ablagerung nicht sicher bestimmt.

Im nördlichen und südöstlichen Russland, wo die Dyas sehr verbreitet, lässt sich als deren untere Abtheilung oder Aequivalent des Rothliegenden folgendes Schichten-System betrachten.

Obere Abtheilung. Kupfersandstein, rother Sandstein und Conglomerat, abwechselnd mit schwachen Kalkschichten und Mergeln. Besonders im Gouvernement Perm entwickelt. Die Sandsteine enthalten verschiedene Kupfererze, die sich zumal in der Nähe der Pflanzen-Reste einstellen.

Mittle Abtheilung. Kalkstein, Gyps, Dolomit und Mergel, besonders in der Gegend zwischen Suksunsk, Kungur und Perm mächtig entwickelt.

Untere Abtheilung. Graulichgrüne Sandsteine mit Schieferthon und Mergelbänken.

Während das Rothliegende auf der dem Ural zugekehrten Seite in grosser Mächtigkeit über bedeutende Flächenräume verbreitet, scheint es auf der w. Seite von Mesen bis Samara zu fehlen.

Vorkommen von Steinkohle im Rothliegenden. Schwache Flötze von Schwarzkohlen, den eigentlichen Steinkohlen völlig gleichend, sind mehrfach im Rothliegenden nachgewiesen.

In Sachsen gehören dieselben in der Gegend von Zwickau der untersten Dyas an. Auch bei Lonnewitz unfern Oschatz, bei Oberlungwitz sind Flötze bekannt: ebenso bei Niederstepanitz bei Hohenelbe und Budweis in Böhmen; bei Kleinschmalkalden; bei Lindheim und an der Naumburg in der Wetterau. Bauwürdige Kohlenflötze finden sich besonders im sog. Kohlenrothliegenden im Saar-Rheingebiet; in der „Staufenbacher Stufe[1]) **Gümbel's,** das Muschelkohlenflötz, weil es im Dach zahllose Einschlüsse von *Anthracosia carbonaria* enthält, 5—8" mächtig vielfach bebaut wird; dann das Odenbacher oder Kalkkohlenflötz, welches 5—10" mächtig, ein Kalklager zum Dach hat.

Der Mangel bauwürdiger Kohlenflötze in so vielen Gebieten des Rothliegenden, wo solches doch zahlreiche verkieselte Stämme von Cycadeen, Palmen u. a. enthält, darf nicht befremden, da solche eben durch eingedrungenes Kieselgallert einem Versteinerungs-Process unterworfen, nicht zur Bildung von Kohlen geeignet sind.

B. Obere Dyas oder Zechstein-Formation.

Verbreitung. In Deutschland erscheint dieselbe mit ihren verschiedenen Gliedern sehr ausgezeichnet entwickelt am Südrande des Thüringer Beckens und am Nordrande des Voigtländischen Gebirges, aus der Gegend von Gera sich über Pössneck, Saalfeld ziehend, dann von Ilmenau bis Eisenach hin, mehrfach am Südrande des Thüringer Waldes auftretend. Ferner an den Rändern des Harzes, bei Grund, Lauterberg, Herzberg, Ilfeld; im Mansfeldischen. In Hessen bei Frankenberg, bei Richelsdorf; in den Werra-Gegenden. Ferner am Rande des niederrheinischen Schiefergebirges; am Vogelsberge, Spessart. Kleine Ablagerungen noch am Rande des Odenwaldes; bei Heidelberg. — Ferner zieht sich die Zechstein-Formation aus Thüringen, den Orla-Gegenden nach Sachsen, Altenburg und in die preussische Oberlausitz; erscheint in Schlesien bei Logau, Goldberg, Kunzendorf; in Polen, Lithauen, Curland. In Russland zwischen Mesen und Kirilow, am s.-ö. Ende des Timangebirges, im Orenburgischen. — In England sehr ausgezeichnet und mächtig an den Küsten von Durham und Yorkshire. In Nordamerika in Nebraska, Kansas, Neumexico.

Gesteine der oberen Dyas.

Die Gesteine der oberen Dyas oder der Zechstein-Formation bestehen aus Kalksteinen, Dolomiten, bituminösen Mergelschiefern (Kupferschiefer), aus Gyps, Sandsteinen Conglomeraten.

Kalksteine, welche in der unteren Dyas eine mehr untergeordnete Rolle spielen, gelangen zu grosser Entwickelung in der oberen. Es sind dies die unter

[1]) S. oben S. 237.

dem Namen Zechstein bekannten Gesteine: dichte, feste, zähe Kalke von vorwaltend grauer Farbe, oft thonig oder auch bituminös. Namentlich verdient der Gehalt an kohlensaurer Magnesia Beachtung, indem die chemischen Untersuchungen das interessante Resultat ergaben: dass der untere Zechstein am ärmsten an kohlensaurer Magnesia (bis 2 %), der mittlere vielfachen Schwankungen unterworfen, der obere durch grösseren Gehalt an kohlensaurer Magnesia ausgezeichnet ist. Im Allgemeinen sind die zerreiblichen, gelblichgrauen Kalksteine die an Magnesia reicheren, die dichten, dunklen die an Magnesia ärmeren. Dendriten von Psilomelan, von Kupferglanz sind sehr bezeichnend auf den Klüften des Zechsteins.

Eine andere für den Zechstein characteristische Erscheinung sind die Stylolithen, jene eigenthümlichen prismatischen oder cylindrischen Bildungen, die parallel ihrer Längsaxe gestreift; Zerklüftungen die beim Eintrocknen des Kalkschlammes entstanden. Sehr häufig in Thüringen, bei Grund am Harz, Allendorf an der Werra, Corbusen in Sachsen, Hasel in Schlesien.

Dolomit (Zechstein-Dolomit, Rauchwacke.) Zellige, poröse Masse von gelblichgrauer bis brauner Farbe; zuweilen eine sandige bis erdige Beschaffenheit erlangend. Auch oolithische Structur zeigend, indem das Gestein von zahlreichen Sphäroiden von Hirsekorn-Grösse bis zur Verdrängung der Grundmasse erfüllt wird. Die Hohlräume oft mit Bitterspath-Rhomboedern ausgekleidet. Als accessorischer Gemengtheil verdient Erwähnung Schaumkalk bei Gera, Sangerhausen.

Plattendolomit oder dolomitischer Kalkschiefer; von gelblichgrauer bis dunkelgrauer Farbe, mit vielen, aber sehr kleinen von Bitterspath-Rhomboedern ausgekleideten Hohlräumen. Enthält etwa 50—54 % kohlensaure Kalkerde auf 41—44 % kohlensaure Magnesia. Bricht in dünnen Platten von wenigen Zollen Mächtigkeit. Namentlich in Sachsen, bei Mügeln, Altenburg; bei Gera.

Asche. Unter diesem Namen ist ein staub- oder sandartiger Dolomit zu verstehen von grauer Farbe, bald in festem, bald in einem zerreiblichen Zustand.

Bituminöser Mergelschiefer oder Kupferschiefer; schwarzer oder graulichschwarzer Kalkmergel, dick- bis dünnschieferig, durch seinen Gehalt an Bitumen und fein vertheilten Kupfererzen ausgezeichnet. Chemische Zusammensetzung des Kupferschiefers von Richelsdorf nach **Ludwig**: Kohlensaurer Kalk 19,00, Thon, Sand und Glimmerblättchen 40,42, kohlig-bituminöse Bestandtheile 25,20, Kupferkies 6,27, Eisenkies 5,93, Rotharseniknickel 1,03, Speiskobalt 0,32, Wasser 1,80. S. = 100,00, Die im Kupferschiefer enthaltenen Kupfererze sind demselben gewöhnlich in feinen, nicht wahrnehmbaren Theilchen beigemengt und nur zuweilen erscheinen sie deutlicher: eingesprengt, angeflogen, in Streifen und in dünnen Platten; die häufigsten sind Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz und Eisenkies; seltener Fahlerz, Speiskobalt, gediegenes Silber. — Der Kupferschiefer ist auch noch durch Häufigkeit an organischen Resten, zumal Pflanzen und Fischen ausgezeichnet.

Besonders im Mansfeldischen, in Thüringen.

Kupferletten. Dunkelfarbiger Thonmergel, kohlig-bituminöse Stoffe, feinen Quarzsand enthaltend. Schwefel- und Arsenmetalle fein eingesprengt enthaltend, auch Graupen von Kupferkies. Auf Klüften Zersetzungs-Producte, wie Malachit, Kupferlasur.

Bieber, Haingründau, Kahl u. a. O. am Spessart.

Gyps, feinkörnig bis dicht, häufig bituminös, durch fein vertheiltes Bitumen

gefleckt, gestreift, aber auch rein weiss; zuweilen von Streifen von Fasergyps durchzogen, oder Gypsspath häuft sich in Nestern zu Krystall-Gruppen an, wie bei Reinhardsbrunn in Thüringen.

Gyps erscheint in der Zechstein-Formation zum ersten male in ansehnlicher Verbreitung; so am Harzrande zwischen Osterode und Sangerhausen auf 6 Meilen hin Bergreihen bildend; ferner im Kittelsthal bei Eisenach, Gegend von Gera, Neuland in Schlesien. — Eine ausserordentliche Verbreitung besitzt Gyps in Russland an der Westseite des Ural, wohl das gewaltigste Gyps-Gebirge; namentlich in den Umgebungen von Orenburg, dann von Perm aus durch Tscheklezow über 16 Meilen hin; bei Nischni-Nowgorod u. a. O.

Sandstein (Weissliegendes.) Fein- bis grobkörniger Sandstein von weissen, grauen aber auch röthlichen Farben; rundliche oder eckige Quarz-Körner und Geschiebe vorwaltend, durch kalkiges oder thoniges Cäment verbunden. Wie in den Sandsteinen des unteren Rothliegenden Muscovit selten fehlt, ebenso selten kommt er im Weissliegenden vor. Neben den Quarz-Körnern stellen sich im Weissliegenden auch noch Fragmente von Thonschiefer, Kieselschiefer ein. — Das Weiss- und Grauliegende enthalten nicht selten fein vertheilte Kupfererze, besonders Kupferkies, sog. Sanderze; auf Klüften Anflüge von Malachit und Kupferlasur.

In Thüringen, bei Gera, Richelsdorf.

Von den Versteinerungen der oberen Dyas oder der Zechstein-Formation.

Die Pflanzen sind bei weitem nicht so zahlreich wie in der unteren Abtheilung. Es erscheinen namentlich Meerespflanzen (Fucoiden) neben den Landpflanzen. Letztere werden vertreten durch Farnkräuter; namentlich verdient aber das Auftreten der Coniferen Beachtung mit den Gattungen *Ullmannia* und *Voltzia*. — Die thierischen Reste sind vorzugsweise Meeresbewohner. Es erscheinen Korallen (Mooskorallen) und eine Krinoide; von Mollusken zumal Brachiopoden mit einigen bekannten Gattungen (*Productus*, *Spirifer*) und mit neuen; Pelecypoden, einige Gasteropoden, während die Cephalopoden nur durch *Nautilus* vertreten sind. Ausserdem Fische und Saurier.

A. *Pflanzen.*

Die Mehrzahl findet sich im Weissliegenden und Kupferschiefer; nur wenige gehen noch in die höheren Etagen des Zechsteins.

1) Fucoiden.

Palaeophycus Hoeianus **Gein.** Im Weissliegenden bei Gera; im Kupferschiefer bei Pösneck, Sangerhausen, Wetterau; im untersten Zechstein bei Ronneburg, Gera, Köstritz.

Chondrites virgatus **Mün.** Kupferschiefer.

Chondrites logaviensis **Gein.** Im Zechstein: Schlesien.

Zonarites digitatus **Brongn.** Im Kupferschiefer.

2) Farnkräuter.

Sphenopteris bipinnata **Mün.** Kupferschiefer; Thüringen, Richelsdorf.
Cyclopteris Libeana **Gein.** Kupferschiefer; Gera.
Alethopteris Martinsi **Germar.** Kupferschiefer; Pösneck, Richelsdorf, Frankenberg.
Taeniopteris Eckardi **Germ.** Im Kupferschiefer des Mansfeldischen.

3) Coniferen.

Ullmannia Bronni **Goepp.** Im Weissliegenden: Gera u. a. O. Im Kupferschiefer: Gera, Ilmenau, Wetterau.

Ullmannia selaginoides **Sternb.** Weit verbreitet im Kupferschiefer Thüringens, des Mansfeldischen, Hessens.

Voltzia hexagona **Bisch.** Im Weissliegenden: Gera, Kahlthal in Kessen.

B. *Thiere.*

Es verdient zunächst das Vorkommen von Foraminiferen Erwähnung; es sind verschiedene Arten der Gattungen *Nodosaria* und *Textularia*, welche sich im Kupferschiefer und unteren Zechstein Thüringens finden.

1) Korallen.

Acanthocladia anceps **Schl.** } Häufig im unteren und mittleren Zechstein: Thü-
Acanthocladia dubia **Schl.** } ringen, Sachsen, Mansfeld, Wetterau. In England.

Fenestella Geinitzi **d'Orb.** Im Kupferschiefer bei Gera; aber sehr verbreitet im unteren Zechstein.

Fenestella retiformis **Schl.** Häufig im mittlen Zechstein.

Stenopora columnaris **Schl.** Im Kupferschiefer bei Gera und Richelsdorf; sehr häufig im unteren Zechstein Deutschlands, auch in England und Russland.

3) Krinoiden.

Cyathocrinus ramosus **Schl.** Häufig im unteren, aber auch im mitlen Zechstein Deutschlands. In Russland und England.

3) Brachiopoden.

Lingula Credneri **Gein.** Im Weissliegenden: Gera, Ilmenau. Häufig im Kupferschiefer: Gera, Saalfeld, Königsee u. a. O. in Thüringen; im unteren Zechstein bei Gera, Thüringen, Wetterau.

Productus horridus **Sow.** Hauptleitmuschel. Schon im Weissliegenden bei Saalfeld und im Kupferschiefer bei Gera, hauptsächlich im unteren Zechstein weit verbreitet; auch in England, Polen, auf Spitzbergen nachgewiesen. Seltener im mittlen Zechstein.



Productus horridus.

Productus Cancrini **Vern.** Im Weissliegenden bei Gera; besonders verbreitet in Russland.

Strophalosia Morrisiana **King.** Im Kupferschiefer bei Gera; häufig im unteren Zechstein.

Strophalosia lamellosa **Gein.** Ebenso.

Strophalosia excavata **Gein.** Bezeichnend für mittlen Zechstein.

Spirifer alatus **Schl.** Besonders im unteren Zechstein.

Camarophoria Schlotheimi **Buch.** Weit verbreitet im unteren, seltener im mittlen Zechstein.

Terebratula elongata **Schl.** Schon im Kupferschiefer bei Ilmenau; weit verbreitet im unteren Zechstein Deutschlands. Auch in England, Russland; noch im mittlen Zechstein.

4) Pelecypoden.

Pecten pusillus **Schl.** Besonders im unteren Zechstein.

Gervillia antiqua **Münt.** Schon im Weissliegenden (Kamsdorf), im Kupferschiefer (Pösneck), geht durch den ganzen Zechstein.

Gervillia ceratophaga **Schl.** Im unteren und mittlen Zechstein.



Camarophoria Schlotheimi.



Terebratula elongata.



Gervillia ceratophaga.

Avicula speluncaria **Schl.** Schon im Weissliegenden und Kupferschiefer bei Gera, sehr häufig im unteren und mittlen Zechstein.

Aucella Hausmanni **Goldf.** Im mittlen, aber besonders im oberen Zechstein.

Pleurophorus costatus **Brown.** Durch vertikale Verbreitung ausgezeichnet; Weissliegendes bei Gera, in Thüringen; Kupferschiefer bei Gera; durch den ganzen Zechstein.

Schizodus obscurus **Sow.** Im unteren Zechstein.

Schizodus Schlotheimi **Gein.** Im mittlen, aber besonders im oberen Zechstein weit verbreitet in Deutschland.

5) Gastropoden.

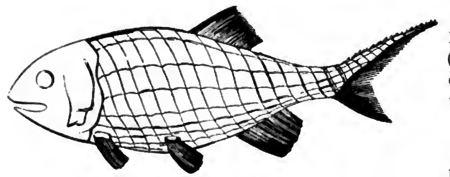
Turbo helicinus **Schl.** Unterer und mittler Zechstein Deutschlands, Englands.

6) Cephalopoden.

Nautilus Freieslebeni **Gein.** Im Kupferschiefer bei Gera; hauptsächlich im unteren Zechstein Deutschlands, auch in England und Russland.

7) Anneliden.

Serpula pusilla **Gein.** Im unteren Zechstein.



Palaeoniscus Freieslebeni.

8) Crustaceen.

Cythere elongata **Gein.** Im unteren Zechstein (Hornflötz) mit verschiedenen anderen Arten von *Cythere*.

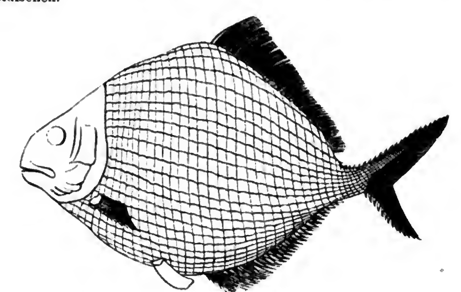
9) Fische.

Die Fische des Kupferschiefers zeigen oft einen bituminösen oder

kohligen oder Kupferkies-Ueberzug; sind auch manchmal fein von Erz durchdrungen.

Janassa bituminosa **Schl.** Im Kupferschiefer.

Palaeoniscus Freieslebeni **Ag.** Der häufigste Fisch des Kupferschiefers, besonders im Mansfeldischen.



Platysomus gibbosus.

Pygopterus Humboldti **Ag.** } Im Kupferschiefer.
Platysomus rhombus **Ag.** }

10) Saurier.

Proterosaurus Speneri **v. Mey.** Im Kupferschiefer: Mansfeld, Richelsdorf.

Gliederung der oberen Dyas oder der Zechstein-Formation in Deutschland.

Oberer Zechstein. Plattendolomit, Stinkkalk.

Mittler Zechstein. Rauchwacke oder Zechstein-Dolomit. Stellenweise vertreten durch Ablagerungen von Gyps, Anhydrit, Salzthon; Steinsalz.

(In der Gegend von Dresden erscheint als Parallel-Formation, als „sedimentär-eruptive Ablagerung", das obere Rothliegende, bedeckt vom Porphyr von Hänichen.)

Unterer Zechstein, Kalkstein, nach unten in das Dachflötz und bituminösen Mergelschiefer übergehend.

Kupferschiefer.

Weissliegendes (Grauliegendes, sog. Ullmannia-Sandstein.) In Hessen vertreten durch Kupferletten, das Sand- oder Mutterflötz in Thüringen, durch einen älteren Dolomit bei Gera.

Als ein specielles Beispiel für Vorkommen und Gliederung der Zechstein-Formation in Deutschland möge die thüringische dienen, wie sie durch **Richter** geschildert.

Oberer Zechstein. Stinkstein, bald dicht, bald dolomitisch körnig,

sogar dünnblätterig, als Kalkschiefer, in unteren Lagen Mergelschiefer. Schlecht erhaltene Petrefacten. Bis zu 40' mächtig.

Mittler Zechstein. Kalkmergel mit Zwischenlagen von Schieferletten, bis zu 50' mächtig; Gypse (Ilmenau, Saalfeld, Königsee u. a. O.) bald in schwachen Lagen, einzelnen Nestern, bald zu liegenden Stöcken von 50—70' Mächtigkeit anschwellend. Rauchwacke, d. h. Dolomit in seinen oberen Regionen in ansehnlichen Riffbildungen auftretend (die Altenburg bei Pössneck), reich an Korallen. Die unteren Lagen oft oolithisch; Stylolithen häufig. Als Basis erscheint eine eigenthümliche Breccie.

Unterer Zechstein. Dichter horniger Kalkstein, sog. Hornflötz, zuweilen eine Mächtigkeit von 100' erreichend, mit Zwischenlagern von Eisenkalk. Stylolithen besonders häufig. Unter den zahlreichen organischen Resten die in Schwärmen erscheinenden Schalenkrebse bezeichnend *(Cythere.)*

Kupferschiefer, 4 bis 6 Zoll starke Schichten bildend.

Mutterflötz, d. h. dichter Kalkstein, bis zu 3 F. mächtig; durch die Häufigkeit von *Pleurophorus* ausgezeichnet.

Weissliegendes, in einer Mächtigkeit von 8 — 10, aber auch 30 — 40 F. Mit *Lingula Credneri, Productus horridus.*

Das Vorkommen dieser Brachiopoden im Weissliegenden beweist: dass solches nicht, wie man früher annahm, als oberstes Glied des Rothliegenden aufzufassen sei, vielmehr dass mit ihm die marine Zechstein-Formation beginnt. Auch hat **Geinitz** längst darauf aufmerksam gemacht: dass das Weissliegende zuweilen mit einigen Gliedern der Zechstein-Gruppe ohne Rothliegendes vorkommt: hingegen auf dem Rothliegenden nicht ohne andere Glieder des Zechsteins erscheint.

In England, wo die Zechstein-Formation in bedeutender Mächtigkeit entwickelt, zeigt sie folgende Gliederung.

Oberer Zechstein („Magnesian limestone"). Plattendolomit und Kugelkalk, im n.-w. England durch Mergel und Schieferthone mit Dolomit-Platten.

Mittler Zechstein. Rauchwacke und Dolomit.

Unterer Zechstein. Kalkstein, d. h. eigentlicher Zechstein; bituminöser Mergelschiefer (Vertreter des Kupferschiefers); gelber Sand und Sandstein, vielleicht Aequivalent des Weissliegenden.

Die Zechstein-Formation Russlands erreicht keine bedeutende Mächtigkeit. Mehr durch ihre organischen Reste, als durch Lagerungs-Verhältnisse lässt sich der untere Zechstein nachweisen durch viele ihm eigenthümliche Brachiopoden characterisirt *(Productus Cancrini)*, während der obere vorzugsweise Pelecypoden (*Schizodus*) enthält. Zwischen unterem und oberen Zechstein ist häufig eine mächtigere Mergel-, Thon- und Gypsbildung eingeschaltet, während an anderen Orten, zumal in der Nähe des Ural sich dem unteren Zechstein noch Sandsteine beimischen, die Landpflanzen und Brachiopoden enthalten.

Vorkommen von Steinsalz in der Zechstein-Formation. Die im Liegenden des Buntsandsteins bei Stassfurt in der Nähe von Magdeburg erbohrte Steinsalz-Lagerstätte hat mit Recht besondere Aufmerksamkeit erregt, weil sie in einer Vollständigkeit entwickelt, wie man früher kein Lager hannte. Nach **F. Bischof** zerfällt dieselbe in zwei Etagen, die noch in zwei Regionen sich gliedern.

II. Obere Etage der Abraumsalze, zerfliessliche Magnesia- und Kalisalze.

4) Carnallit-Region. Wechselnde Schichten von weisslichem Kieserit, grauem Steinsalz und vorwaltendem Carnallit, welcher meist durch feine Schüppchen von Eisenglimmer rothgefärbt. Als Begleiter sind noch Sylvin, Tachhydrit, Stassfurtit, Kainit und Schönit zu nennen.

3) Kieserit-Region. Steinsalzbänke wechsellagern mit zoll- bis fussmächtigen Lagen von Kieserit.

I. Untere Etage des Steinsalzes.

2) Polyhalit-Region. In bis 200 F. mächtigen Massen auftretendes Steinsalz nach oben mit leicht löslichen Salzverbindungen gemischt, von bis über Zoll starken Polyhalit-Schnüren durchzogen.

1) Anhydrit-Region. Steinsalz-Lager bis zu 685 F. mächtig von vielen Anhydrit-Streifen durchzogen, die das Steinsalzlager in einzelne Bänke theilen; vom Bergmann werden jene Jahrringe genannt, weil man annehmen kann, dass jede Anhydrit-Schicht den Steinsalz-Absatz eines Jahres andeutet.

Das Steinsalz-Lager von Stassfurt (dessen Gesammt-Mächtigkeit auf 1200 F. geschätzt wird) ist, wie alle Salzlager, durch allmähliges, völliges Eintrocknen eines Salzsees entstanden. Zuerst setzten sich in alljährlichen Perioden Steinsalz und Anhydrit ab, bis der Salzsee vorwaltend Kali- und Magnesiasalze in Lösung enthielt, die zuletzt in der oberen Etage zum Absatz kamen. **Tschermak** hat darauf hingewiesen, wie wohl ursprünglich noch andere Salzlager auf solche Weise, d. h. aus zwei Etagen bestehend gebildet, aber die obere durch spätere Einflüsse zerstört wurde.

In der permischen Formation Russlands bei Ilezkaja tritt von Gyps und Mergel begleitet ein bedeutendes Lager von Steinsalz auf.

Mit der oberen Dyas endigen die paläozoischen Formationen. Dieselbe bezeichnet — wie **H. v. Dechen** so treffend sagt[1]) — einen scharfen Abschnitt in der Bildung des sedimentären Gebirges und gleichzeitig der Küstenränder, welche Mittel-Europa in einem längst entschwundenen Zustande einst besessen hat. Einige kleine Inseln ragten damals an der Stelle von England, Deutschland, Polen aus dem Meere hervor: Wales, der mittle Theil von England, von Derbyshire bis Cumberland und Northumberland, das Rheinisch-Westphälische Gebirge, der Harz, der Spessart und Odenwald, die zusammenhängende Masse des Thüringer Waldes bildeten während der Ablagerung des Zechsteins solche Inseln. Derselbe stellt sich als eine ausgezeichnete Küstenbildung dar. Die Identität der darin eingeschlossenen fossilen Reste von Wales und von der Ostküste von England anfangend durch Nord- und Mittel-Deutschland, Schlesien bis nach Sandomir in Polen ist ganz unzweifelhaft. Ein Meer reichte damals von diesen entfernten Punkten ohne Unterbrechung und ernährte an den Küsten der aus denselben hervortauchenden Inseln dieselben Bewohner. Gegenwärtig zeigt sich diese Ablagerung nur als ein schmaler Saum der älteren Formation — im Massstabe der Karte als Strich, in übertriebener Breite — aber ihre weite Verbreitung unter allen darauf abgelagerten neueren Formationen ist ebenso gewiss als gegenwärtig ein fester Meeresboden von der Küste Norddeutschlands bis zu der gegenüberliegenden Englands reicht.

[1]) Erläuterungen zur geognostischen Uebersichtskarte von Deutschland, Frankreich, England und den angrenzenden Ländern. S. 9.

Dritter Abschnitt.

Mesozoische Formation.

Die mesozoischen Formationen zerfallen, wie die paläozoischen wieder in drei Abtheilungen,

III. eine obere, die Kreide-Formation,
II. eine mittlere, die Jura-Formation,
I. eine untere, die Trias-Formation.

Jede dieser drei Hauptabtheilungen zerfällt wieder in besondere Unterabtheilungen und zwar zunächst die Trias-Formation:

3) in eine obere, die Keuper-Formation,
2) in eine mittlere, die Muschelkalk-Formatin,
1) in eine untere, die Buntsandstein-Formation.

I. Trias-Formation*)

oder Salzgebirge.

1) Buntsandstein-Formation.

Verbreitung. Zumal in Deutschland, am s. und s.-ö. Rande des Schwarzwaldes in vereinzelten Streifen, in ausgedehnteren Partien im nördlichen Theile dieses Gebirges; ferner im Odenwald, in den Neckar- und Taubergegenden, im Spessart, Thüringer Wald, im Harz und Vogelsgebirge, in den Saar-, Mosel- und Wesergegenden, im Fichtel- und Riesengebirge, in Oberschlesien; ferner besteht aus Buntsandstein ein Theil der Vogesen, das Hardtgebirge. In den bayerischen und Tyroler Alpen. — In der Schweiz bei Basel, Schaffhausen; in Frankreich in den Umgebungen von Lyon. Im mittleren Theil von England. — In Nordamerika am Alleghany-Gebirge und in den Rocky-Mountains.

[1]) Das Hauptwerk über die Trias-Formation verdanken wir dem verdienten Begründer dieses Namens, **Fr. v. Alberti:** Ueberblick über die Trias, mit Berücksichtigung ihres Vorkommens in den Alpen. 1864.

Gesteine der Buntsandstein-Formation.

Sandsteine. Wie schon der Name andeutet, sind Sandsteine die vorherrschenden Gebirgsglieder der Formation und weil dieselben oft eine bunte Färbung besitzen, wird solche auch als Buntsandstein-Formation bezeichnet. Quarz-Körner bilden gewöhnlich die Hauptmasse; sie sind bald abgerundet, bald eckig und scharfkantig, bald zeigen sie Spuren von Krystall-Flächen oder erscheinen als vollständige Krystalle. Ihre Grösse geht meist von der eines Mohnkornes bis zu jener einer Erbse. Die Natur des Bindemittels bedingt die verschiedenen Abänderungen des Sandsteines.

Quarziger Sandstein. (Quarzsandstein, Kieselsandstein.) Quarz-Substanz als Bindemittel, bald vorwaltend, bald zurücktretend, sodass manchmal die Quarzkörner sich wie miteinander verschmolzen darstellen und an Quarzfels-ähnliche Gesteine erinnern. Neben den Quarz-Körnern stellen sich auch vereinzelte Quarz-Geschiebe ein. Die Farbe dieser Sandsteine meist grau oder hellroth. Die Verkittung der Quarz-Körner theils eine sehr feste, theils eine schwache, sodass das Gestein an der Luft zu scharfkantigen Quarz-Körnern zerfällt.

Thoniger Sandstein. (Thonsandstein.) Thoniges Bindemittel von graulicher, gelblicher Farbe, durch Eisenoxyd roth oder durch Eisenoxydhydrat gelblichbraun gefärbt. Fein- bis grobkörnig; neben den Quarz-Körnern oft vereinzelte kaolinisirte Orthoklas-Theilchen. Sehr bezeichnend sind die sog. Thongallen, d. h. flache, rundliche Concretionen des thonigen Bindemittels.

Arkose. Neben den Quarz-Körnern stellen sich reichlicher Feldspath- und Kaolin-Partikel ein; das Bindemittel ein quarziges oder kaolinartiges. Derartige Sandsteine finden sich besonders da, wo Granit oder Gneiss ihre unmittelbare Unterlage bildet.

Kalkiger Sandstein mit kohlensaurem Kalk als Bindemittel (25 bis 30 %), von hellen Farben, geringerer Härte, mit Säuren brausend.

Dolomitischer Sandstein, Dolomit meist in unbedeutender, selten in grösserer Menge als Cäment, wie z. B. bei Sulzbad in den Vogesen, bei Jena; Erlabrunn, Thüngersheim unfern Würzburg.

Gypsiger Sandstein mit feinkörnigem Gyps als Bindemittel: Weisbach am Kocher, in Thüringen.

Accessorische Gemengtheile in den Sandsteinen verdienen immer hin einige Beachtung, da sie manchmal zur Unterscheidung der verschiedenen Abänderungen, ja sogar beim Mangel an Petrefacten, der einzelnen Etagen dienen können. Muscovit ist hauptsächlich in den Thonsandsteinen zu Hause, in feinen Blättchen und Schuppen; auf den Schichtungs-Fugen oft so reichlich, dass man keinen anderen Bestandtheil des Gesteins wahrnimmt. Auch in den Arkosen. — Karneol in gewissen Quarzsandsteinen in Knauern, Streifen und Drusen. — Brauneisenerz, Psilomelan oder Wad treten überaus häufig in der Form von kleinen Putzen oder Flecken auf und rufen die getigerte Zeichnung des Gesteins hervor, welche den bekannten Namen Tigersandstein veranlasst hat; dieselben haben

meist Thon oder Kaolin zum Bindemittel. (Die eigenthümlichen Flecken verdanken, wie dies **Sandberger** gezeigt hat, Mangan- und Eisenhaltigen Dolomit-Knollen ihre Entstehung, welche bis auf diese Reste durch kohlensäurehaltige Wasser in Lösung fortgeführt wurden.) Tigersandsteine sind für die unteren Regionen des Buntsandsteins characteristisch. — Dendriten von Psilomelan oder Wad häufig auf Klüften der Sandsteine. — Zuweilen enthalten die Sandsteine Drusenräume, die mit verschiedenen Mineralien ausgekleidet. Als ein bekannter Fundort sei hier Waldshut im s. Schwarzwald erwähnt. Gewöhnlich werden hier die Drusen mit einer dünnen Karneol-Rinde ausgekleidet, auf diesem sitzen weisse Quarzkrystalle, weingelbe Barytspath-Tafeln, wasserhelle Hexaeder von Flussspath, auch violette Krystalle der Comb. $\infty O \infty . _4O_2$; ferner Kalkspathe $16R. - \frac{1}{2}R$. — Knottensandsteine heissen in Rheinpreussen bei Commern, Maubach gewisse Buntsandsteine, welche so reichlich Körner (oder Knotten) von Bleiglanz oder Cerussit durch ihre Masse vertheilt enthalten ($^3/_5$ bis 5%), dass man die Erze gewinnt.

Sandstein-Concretionen im Buntsandstein sind häufig; sie erreichen den Durchmesser von Wallnuss- bis über Kopfgrösse; zeigen oft eine schalige Zusammensetzung, sodass sich eine Schale von der anderen ablösen lässt. Der Kern ist gewöhnlich härter. In der Umgegend von Heidelberg verbreitet; bei Lahr im Schwarzwald; **Gümbel** erwähnt sie aus der Gegend von Pirmasenz, vom sog. „Kugelfelsen", wo die Concretionen gleich Kanonenkugeln in den Felsen stecken. Die innere Beschaffenheit solcher Concretionen zeigt sich verschieden. Bald sind sie völlig geschlossen, mit Sandsteinmasse erfüllt, bald ist ein Hohlraum mit etwas Sand vorhanden. Zuweilen findet sich aber noch ein fremder Kern, daher der von **Blum** gewählte Name Kernconcretionen. Solche Kerne bestehen meist aus Thon; in neuerer Zeit wurden aber durch **Blum** als Kerne freie Krystall-Gruppen von Sandstein in Formen des Kalkspath (Skalenoeder) von Ziegelhausen bei Heidelberg beschrieben.

Auf den Schichtungsflächen des Buntsandsteins begegnet man auch einigen bemerkenswerthen Vorkommnissen.

Krystalloide von Sandstein oder Verdrängungs-Pseudomorphosen nach Kochsalz. Verzerrte Hexaeder, oft mit treppenförmig eingefallenen Flächen. Ihre Entstehung lässt sich sehr einfach erklären durch die Annahme, dass an der Oberfläche von Schlamm-Schichten, die vom Meere zurückgelassen, Hexaeder von Steinsalz krystallisirten, welche in dem weichen Sediment ihre Umrisse erhielten. Spätere Niederschläge hüllten die Krystalle ein, die nun allmählig wieder aufgelöst wurden, aber leere Räume zurückliessen, in welche der weiche Schlamm eindrang und nach und nach zu den hexaedrischen Formen erhärtete. In der Trias-Formation sind diese Krystalloide nach Kochsalz besonders zu Hause; im Buntsandstein unter andern bei Göttingen, Fulda; ausserordentlich häufig im Rhöngebirge bis zum Main-Saalgrund, ferner in der Eifel, Igel unfern Trier, Oberwies bei Bittburg, bei Lyon.

Ader- oder Leistennetze. Die Unterflächen der Schichten lassen zuweilen Adern oder Leisten ähnliche Erhabenheiten wahrnehmen, die sich nach den verschiedensten Richtungen durchkreuzen und eine gewisse Aehnlichkeit mit Pflanzen-Resten gewinnen. Die Entstehung solcher Leistennetze erklärt sich dadurch, dass auf der Oberfläche eines erhärteten, von Rissen beim Eintrocknen entstandenen Gesteins sich neue Schichten ablagerten, deren Unterfläche, indem sie sich in eben jene Risse einsenkte, vollständige Abgüsse derselben bildete.

Wellenfurchen. Die Oberfläche der Sandstein-Schichten zeigt zahlreiche,

gleichlaufende wellenförmige Vertiefungen, den Wogen eines erstarrten Meeres vergleichbar. Die Erscheinung lässt sich bekanntlich durch eine Wellenbewegung der Wasser nach einer bestimmten Richtung, die rechtwinklig war, zu den wellenförmigen Erhabenheiten und Vertiefungen, die man jetzt wahrnimmt, erklären. Im Odenwald und Schwarzwald sind solche Wellenfurchen häufig; so bei Heidelberg; am Rittnerhof unfern Carlsruhe; am Hardtberg über dem Hubbade. Auch in Thüringen.

Ausser den verschiedenen Sandsteinen treten noch, aber meist als sehr untergeordnete Glieder der Buntsandstein-Formation auf:

Conglomerate. Mehr oder weniger abgerundete Fragmente von Quarz, denen sich zuweilen solche von Kieselschiefer beigesellen, durch ein sandsteinartiges oder kieseliges Cäment verbunden.

Schieferletton und Schieferthone von ähnlicher Beschaffenheit wie jene im Rothliegenden, von rother Farbe. Bilden theils in der oberen Abtheilung selbstständige Massen, theils den Bänken der Sandsteine, zumal der Thonsandsteine, vielfach eingeschaltete Lagen.

Dolomit, welcher als Bindemittel mancher Sandsteine vorkommt, wird auch in der Form von Nuss- bis zu Kopf- grossen Knauern, die meist verunreinigt, sandig, in Sandsteinen getroffen, oder er tritt in dünnen Schichten auf.

Rogenstein ein oolithischer Mergel, bestehend aus kleinen bis erbsengrossen Kalkconcretionen, durch ein mergeliges oder thoniges Cäment verbunden. Farbe meist röthlichgrau. Besonders im nordwestlichen Deutschland, in Thüringen, im Bernburgischen.

Gyps, feinkörnig oder dicht, graulich, von Fasergyps-Streifen durchzogen. In Thüringen, bei Jena u. a. O.

Von den Versteinerungen.

Organische Reste sind im Allgemeinen nicht häufig und, die pflanzlichen wie die thierischen mehr als lokale, auf gewisse Gegenden beschränkte Erscheinungen zu betrachten, während manchmal grosse Gebiete frei von Versteinerungen sind. — Die Flora des Buntsandsteines wird characterisirt durch die Gattung *Equisetites*, durch das Vorwalten der Farnkräuter und der ihm eigenthümlichen Gattungen *Anomopteris* und *Crematopteris*, durch Coniferen, *Voltzia* und einige Monocotyledonen. — Unter den thierischen Resten sind zu nennen eine Schwammkoralle, besonders aber Mollusken: Brachiopoden, Pelecypoden, zumal die Gattung *Myophoria*, Gastropoden; dann Schalenkrebse und Saurier.

Als bekannte Fundorte seien erwähnt Domptail, Epinal, Fontenay im Vogesengebiet; Sulzbad, Wasselonne; Bubenhausen bei Zweibrücken; Gegend von Durlach bei Grötzingen, Grünwettersbach; Emmendingen; Lörrach, Degerfelden; Basel; Jena, Bernburg, Hildburghausen; Oberschlesien.

A. *Pflanzen.*

Equisetites Mougeoti **Sandb.** und *E. Brongniarti* **Ung.**
Neuropteris elegans **Brongn.** und *N. Voltzii* **Brongn.**

Crematopteris typica **Schimp.**
Anomopteris Mougeoti **Brongn.**
Voltzia heterophylla **Brongn.**
Schizoneura paradoxa **Schimp.**
Palaeoxyris regularis **Brongn.**
Echinostachys cylindrica **Brongn.**

B. *Thiere.*

Die im Buntsandstein vorkommenden Mollusken finden sich stets schlecht erhalten, als Steinkerne, jedoch in der Art, dass nicht wie gewöhnlich die hohlen Räume der Schalen ausgefüllt sind, sondern dass die Steinkern-Masse auch an die Stelle der früheren Schale trat.

1) Spongien.

Rhizocorallium Jenense **Zenk.**

2) Brachiopoden.

Terebratula vulgaris **Schloth.** Vereizelt, wohl nie gesellig wie im Muschelkalk.
Lingula tenuissima **Bronn.**

3) Pelecypoden.

Myophoria costata **Zenk.** (*fallax* **Seeb.**). Nicht mehr im Muschelkalk. Gewöhnlich gesellig. Hauptleitmuschel.
Myophoria laevigata **Alb.**
Myophoria vulgaris **Schloth.**
Gervillia costata **Schloth.**
Pecten Albertii **Goldf.**
Modiola triquetra **Seeb.**

4) Gastropoden,

Natica Gaillardoti **Lefr.**

5) Crustaceen.

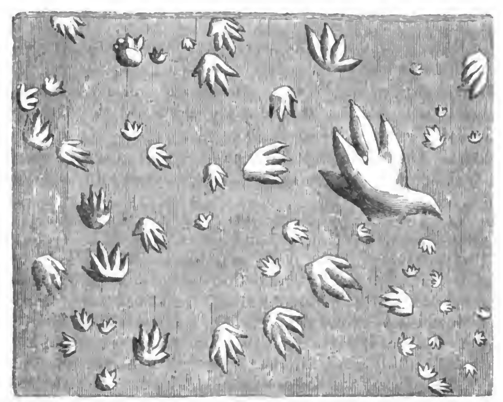
Estheria Germari **Beyr.**

6) Saurier.

Trematosaurus Brauni **Burm.**
Chirotherium Barthi **Kaup.**

Die Fährten dieses Froschsauriers finden sich oft in grosser Zahl beisammen; als vertiefte Eindrücke, als Reliefs auf der Unterfläche der Schichten. Sie sind sehr characteristisch für einen gewissen Horizont im Buntsandstein: die unmittelbare Unterlage des Röth, einen auf den Schichtungsflächen oft mit Leistennetzen bedeckten Sandstein, die sog. Chirotherien-Bank. Sie lässt sich von Hessberg bei Hildburghausen und Fulda über Aura bei Kissingen, Würzburg bis Wertheim verfolgen, während **Gümbel** sie im Osten bei Kulmbach, **Schmid** bei

Jena nachwies. Das Tauberthal — wo **Platz** dieselbe auffand — ist der äusserste südliche Punkt für die Chirotherien-Bank; im übrigen Baden und Würtemberg ist dieselbe bis jetzt nicht beobachtet worden.



Chirotherium Barthi.

Gliederung der Buntsandstein-Formation.

Bei vollständiger Entwickelung zeigt der Buntsandstein sich in drei Abtheilungen gegliedert:

3. Obere Abtheilung oder Röth. Rothe Schieferthone, dolomitische Mergel, auch Sandsteine. In manchen Gegenden Gyps, Steinsalz-Lager.
2. Hauptbuntsandstein (Bausandstein), thonige, glimmerige Sandsteine mit Thongallen und Zwischenlagen von Schieferthon oder Letten.
1. Untere Abtheilung. Quarzige Sandsteine, sog. Vogesen-Sandstein. In manchen Gegenden Rogenstein.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung des Buntsandsteins.

In der Umgegend von Heidelberg, am s. Abhange des Odenwaldes:

3. Obere Abtheilung. Röth. Rothe, auch bunte Schieferthone, dazwischen glimmerige Sandstein-Schichten; zuweilen ganz schmale Sandstein-Plättchen mit *Myophoria*, *Myacites*.

„ Weisse Sandsteine mit Leistennetzen; im Taubergebiet mit Fährten (Chirotherium-Bank).

2. Mittle Abtheilung. Hauptbuntsandstein. Rothe, massive Thonsandsteine (technisch-brauchbare); dazwischen Bänke mit Thongallen. Häufig Sandstein-Kugeln. (Zwischen Heidelberg und Neckarsteinach.)

1. Untere Abtheilung. Tigersandsteine; Kaolin oft als Cäment.
Rothe Thone.

In der Nähe von Carlsruhe lässt, nach **Sandberger,** der Buntsandstein folgende Gliederungen erkennen:

3. Obere Abtheilung. Röth. Dunkelrothe, auch grüngestreifte Schieferthone, mit einzelnen schwachen Dolomitstreifen. Selten und undeutliche organische Reste enthaltend (*Equisetites, Estheria.*)

2. Mittle Abtheilung. Rother, glimmerreicher Thonsandstein (Bausandstein), mit Wellenfurchen. In den oberen Schichten zuweilen Pflanzen-Reste (*Anomopteris.*)

1. Untere Abtheilung. Weisser oder bläulicher Quarzsandstein, an der Luft leicht zu Quarz-Körnern zerfallend; enthält nuss- bis kopfgrosse Ausscheidungen von sandigem Dolomit, deren Kalk- und Magnesia-Gehalt durch kohlensäurehaltiges Wasser aufgelöst wird, während Eisen- und Manganoxydhydrat als Pulver, in Flecken zurückbleiben (Tigersandsteine). In Klüften häufig Karneol, der zu völligen Lagen anschwillt und die so wichtige Karneol-Bank bildet, weil sie die scharf characterisirte Grenze zwischen oberem und unterem Sandstein bildet, die sich weit verfolgen lässt. **Sandberger** hat dieselbe schon früher in den Umgebungen von Baden, **Schill** bei Waldshut beobachtet und treffend als „Zwischenbildung" bezeichnet; auch im Pfinzthal tritt sie, nach **Platz** auf.
Rother Schieferthon bildet oft das Liegende der „Karneol-Bank."

Quarzige Sandsteine (sog. Vogesensandsteine), zuweilen mit Conglomeraten wechselnd.

In Franken, am Spessart, nach **Gümbel:**

Oberes Stockwerk, Röth. Bunte Letten- und Sandstein-Schichten, Chirotherium-Bank, und dolomitische Sandsteine mit *Myophoria.* — Zuweilen Gyps.

Mittles Stockwerk. Rothe Sandstein-Bänke, dann weisser Sandstein (Bausandstein), Sandsteinschiefer.

Unteres Stockwerk. Obere sandige Lage, in Sandstein übergehend und intensivrother Schieferthon.

Buntsandstein in Oberschlesien, nach **Eck.**

Röth. Gelblicher Dolomit mit *Myophoria costata,* etwa 12 F. mächtig.

Braunrothe Letten mit sandigen Zwischenmitteln.

Buntsandstein, rothe und gelbe Sandsteine mit schwachen Lagen von rothem Letten.

Rother Letten.

Der Alpen-Buntsandstein in den bayerischen Alpen gliedert sich nach **Gümbel:**

3. Obere Abtheilung, Röth. Dolomite, rothe Schieferthone und thonige Buntsandsteine. Auch Steinsalz-Lager mit Gyps und Anhydrit.

2. Mittle Abtheilung. Hauptbuntsandstein.

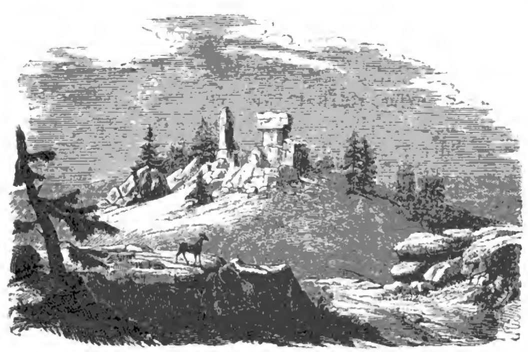
1. Untere Abtheilung. Sandsteine und Conglomerat-Bänke.

Werfener Schichten werden die bei Werfen im Salzachthal auftretenden Sandsteine, thonige Schiefer und Kalke genannt, die stellenweise Gyps führen.

Die eigenthümlichen Lagerungs-Verhältnisse, unter welchen der Buntsandstein im nördlichen Schwarzwald erscheint, die bedeutenden Höhen, welche er hier erreicht, sind beachtenswerth. Aber dem Rothliegenden setzten sich die getigerten und kieseligen Bänke des unteren Buntsandsteins (Vogesen-Sandsteins) ab: über dem noch zusammenhängenden Massen des Schwarzwaldes und der Vogesen. Eine bedeutende Hebung zu beiden Seiten einer tiefen, in der Mitte von Süden nach Norden aufgebrochenen Spalte machte Schwarzwald und Vogesen zu selbständigen Gebirgen, versetzte den unteren Buntsandstein auf Höhen von 1500 bis 3900 F. über dem Meere. Die horizontale Lage, in welcher die Schichten verblieben, ist die Ursache der Bildung langgedehnter Hochflächen, „Grinde“ in den höchsten Theilen des Gebirges. In die Spalte drang das Meer von neuem ein und lagerte denselben (auf der badischen Seite nur in einzelnen Buchten) ab, welcher sich durch seine thonigen Bänke vom unteren unterscheidet.

Vorkommen von Steinsalz im Buntsandstein. Wo man bis jetzt Steinsalz angetroffen, scheint es vorzugsweise an die oberste Abtheilung, den Röth gebunden, wie dies bei Liebenhall und Sülbeck in Hannover, bei Schöningen in Braunschweig der Fall.

Berg- und Felsformen des Buntsandsteins. Bald sind es einzelne, rundliche Hügel, niedrige Berge mit sanften Abhängen, die der Landschaft ein mildes Ansehen verleihen, bald jähe, abschüssige mit einander gleichlaufende Bergreihen, von schmalen, tiefen Felsschluchten durchzogen, bald ausgedehnte Bergplateaus durchschnitten von engen Thälern. Manchen Sandstein-Gebieten ist eine ermüdende Ein-



Die Steine von St. Martin.

förmigkeit verliehen, wie dies z. B. auf grosse Strecken im Odenwald der Fall, während in andern die Scenerie eine recht mannigfaltige, so auf dem nördlichen Schwarzwald am Kniebis, Mummelsee, auf den Hornisgründen. — Insbesondere gewähren aber die Felsen des Buntsandsteins durch das Ueberraschende ihrer Formen manchen Landschaften seltene Reize. So in Rheinbayern zwischen Dahn und Annweiler. Diese wunderbaren Gestalten — sagt **C. v. Leonhard** — diese gleichsam in der Luft schwebenden

labyrinthischen Erscheinungen bieten auf beschränktem Raume einen Anblick sonder Gleichen. Statuen, Pfeiler, Obelisken, Thürme, Thore und Bogen, zerstörte Burgen, römische Wasserleitungen, ja ganze Feen-Palläste schafft sich die Phantasie bis zur täuschenden Aehnlichkeit. Eine geringe Aenderung des Standpunktes gewährt den mannigfaltigsten Wechsel in der Ansicht jener seltsamen, malerisch-grotesken Felsen-Welt. Man sieht die Felsen-Partien meist auf Gipfeln und Kämmen der Berge, fast immer reihenweise hinter einander. Letztere Erscheinung ist bedingt durch die bedeutende, über grosse Flächenräume in gleicher Richtung laufende Zerspaltung des Gesteins, wozu spätere Fluthen und Auswaschungen zur Bildung des Felsen-Labyrinthes beitrugen. — Auch in den Vogesen fehlt es nicht an schönen Felsgruppen im Sandstein-Gebiete. Zu den ausgezeichnetsten gehören die „Steine von St. Martin", welche unfern St. Dié, auf einer kleinen Anhöhe befindlich, von ferne den Trümmern einer alten Burg gleichen.

2) Muschelkalk-Formation.

Verbreitung. Am westlichen und südlichen Abfall des Schwarzwaldes, an dessen Ostrande sich von Laufenburg bis in die Umgebungen von Pforzheim und Durlach ziehend; am westlichen Rande des Schwarzwaldes in vereinzelten Ablagerungen; in den Neckar-, Kocher-, Jaxt-, Tauber- und Main-Gegenden; in Rheinbayern am Hardt-Gebirge, bei Neustadt, an den Vogesen; Umgebungen von Luneville. Im nördlichen Deutschland besonders zwischen Thüringer Wald und Harz entwickelt in den Umgebungen von Jena, Weimar, Erfurt, Gotha, Eisenach, Göttingen, im Lippischen, Braunschweigischen, Hildesheimischen. Ferner bei Rüdersdorf unfern Berlin, in Ober- und Niederschlesien. In der Schweiz bei Basel, im Canton Aargau: in den östlichen Alpen.

Gesteine der Muschelkalk-Formation.

Vorwaltend treten Kalksteine auf; ferner Dolomite, mehr untergeordnet oder vereinzelt erscheinen Mergel, Gyps, Anhydrit, Salzthon; selten Sandstein.

Als die wichtigsten Kalksteine sind zu betrachten der Wellenkalk, Schaumkalk, der Hauptmuschelkalk; ausserdem erscheinen noch oolithischer Kalk und glaukonitischer Kalk.

Wellenkalk, dünnschichtig, mit wellenförmiger Oberfläche, grau, ins Bräunlichgraue.

Chem. Zus. eines Wellenkalkes vom Langenberge bei Worbis, nach **Bornemann**: 90,590 kohlensaurer Kalk, 0,676 kohlensaure Magnesia, 6,157 kieselsaure Thonerde, 1,471 Thonerde, 1,099 Eisenoxyd, 0,706 Wasser. S. = 100,699. Im südwestlichen Deutschland (nördlicher Schwarzwald, Odenwald) im nordwestlichen: Thüringen, Franken, Braunschweig, Schlesien.

Schaumkalk (Mehlkalk, Mehlbatzen). Fein porös, die Poren meist rundlich: ursprünglich ein oolithischer Kalk, dessen Oolith-Körner meist ausgewittert. Helle Farben: grau, gelb; aber auch braun, röthlich. Durch seine Porosität zäh, als Baustein geeignet. Gewöhnlich reiner kohlensaurer Kalk.

Besonders im nördlichen Deutschland in grösserer Entwickelung: Thüringen, Braunschweig, bei Rüdersdorf.

Hauptmuschelkalk (Kalkstein von Friedrichshall). Dichter Kalkstein von flachmuschligem Bruch; grau, gelb, braun. Selten ganz reiner kohlensaurer Kalk, enthält häufig Magnesia, Eisenoxydul, Bitumen, Kieselsäure, Thonerde.

Oolithischer Kalk. In einer Masse von Kalk oder Mergelkalk liegen mehr oder weniger zahlreich Kügelchen von der Grösse eines Hirse- oder Pulverkornes, oft von concentrisch-schaliger Textur. Farbe des Gesteins meist unrein, gelb, grau.

Zumal in den Saale-Gegenden, im Braunschweigischen und Hildesheimischen; im Schwarzwald bei Donaueschingen.

Glaukonitischer Kalk, meist Mergelkalk mit oft reichlich vorhandenen Glaukonit-Körnern, eine grüne Farbe des Gesteins bedingend.

In den Saale-Gegenden, bei Weimar, Gotha; Bayreuth, Rüdersdorf.

Dolomit, krystallinisch körnig, porös, zellig, sog. Zellendolomit; grau, gelb, braun. Die Hohlräume oft mit Rhomboedern von Bitterspath ausgekleidet: Chem Zus. selten die eines normalen Dolomits; oft reich an kohlensaurem Eisenoxydul, Kieselsäure. Der Dolomit vom Segeberg enthält nach **Karsten:** 18,77 kohlensauren Kalk, 55,33 kohlensaure Magnesia, 21,36 kieselsaure Thonerde, 4,43 Thonerde, 0,21 Bitumen, S. = 100,00.

Fast in allen Gebieten der Formation sehr verbreitet, zumal in Schlesien.

Wellendolomit, dünnschichtig, mit wellenförmiger Oberfläche, im frischen Zustande mehr grau, bituminös, an der Luft gelb oder braun werdend. Oft sandig, überhaupt sehr verunreinigt.

Chem. Zus. eines Wellendolomits von Durlach, nach **Cnefelius:** 27,66 kohlensaurer Kalk, 15,07 kohlensaure Magnesia, 13,87 Eisenoxydhydrat, 44,82 Quarzkörner nnd Thon. S. = 101,42.

Mergel, bald Kalkmergel, bald Dolomitmergel, von grauer, brauner, gelber Farbe, zuweilen mit wellenförmiger Oberfläche, sog. Wellenmergel.

Gyps, dicht oder feinkörnig, seltener rein weiss, mehr grau oder gräulichbraun, gefleckt, geadert Von Streifen und Schnüren von Fasergyps durchzogen. Häufig durch Bitumen, noch häufiger durch Thon verunreinigt.

Bildet selbständige Lager und Stöcke, zumal im mittlen Theil der Formation, oft mit Anhydrit, zuweilen mit Steinsalz vergesellschaftet. Sulz in Württemberg; im nördlichen Baden bei Königshofen, Gerlachsheim, Lauda, Hasmersheim u. a. O.; am südöstlichen Abfall des Schwarzwaldes bei Stühlingen, Reiselfingen, Waldshut u. a. O. In der Rheinpfalz in den Bliesgegenden; in Franken am Stein bei Würzburg; unter den Gyps-Vorkommnissen im nördlichen Deutschland seien nur noch die von Lüneburg und Segeberg in Holstein erwähnt.

Thongyps, inniges Gemenge von Thon mit Gyps, grau.

Salzthon, Gemenge von Thon mit Steinsalz, von grauer oder grünlichgrauer Farbe, die sog. „Hallerde."

Anhydrit, feinkörnig, dicht, strahlig von grauer, blauer oder röthlicher Farbe.

Schalige Sandsteine. Zu den eigenthümlichen Vorkommnissen gehören Sandsteinschiefer oder schalige Sandsteine, wie solche **E. Schmid** aus dem östlichen Thüringen beschrieben hat. Sie sind mürbe, von gelblichgrauer Farbe. Die mineralogische Zusammensetzung, aus der Analyse gefolgert, ist:

Quarz			46,80
Feldspath mit Glimmer und wasserhaltigem zersetzten Glimmer			27,33
Eisenoxydhydrat			2,44
Kohlensaurer Kalk	21,05	Kalk mit etwas Knochenerde	23,94
Kohlensaure Magnesia	1,15		
Phosphorsaure Kalkerde	1,74		
Hygroskopisches Wasser			0,10
			100,61.

Als für die Muschelkalk-Formation characteristische Vorkommnisse sind noch zu nennen Hornstein und Cölestin.

Hornstein in Nieren, Knollen, Streifen und zu Platten anschwellend; grau, braun, schwarz. Zuweilen eine oolithische Structur zeigend. Sehr häufig im Kalkstein und Dolomit: Schwarzwald, Odenwald, Franken, Thüringen. Nicht selten Schalen von Mollusken enthaltend: Karlstadt, Zell u. a. O. bei Würzburg; Bilfingen im Pfinzthal.

Cölestin. Früher sehr ausgezeichnet bei Jena, wo er in der unteren Abtheilung, dem Wellenkalk, ein besonderes Niveau behauptet, die sog. „Cölestin-Schichten"; theils in Krystallen, die namentlich durch das Auftreten von $P\breve{3}$ characterisirt, oder in faserigen Platten, von blauer Farbe; auch als Versteinerungs-Mittel häufig in Thüringen, ebenso im Wellenkalke Frankens in den Umgebungen von Würzburg. Neuerdings auch im Taubergebiet bei Distelhausen ist weisser Cölestein als Versteinerungs-Mittel im Schaumkalk durch **Platz** beobachtet. Bei Rüdersdorf.

Stinkquarz, schöne Krystalle von graubrauner Farbe in Mergelkalk bei Oeschelbronn und Pforzheim.

Boracit in Gyps, am Schildstein und Kalkberg in Lüneburg, Segeberg in Holstein.*)

Auf den Schichtungsflächen des Muschelkalkes begegnet man ebenfalls wie beim Buntsandstein, den Krystalloiden nach Steinsalz, aber bei weitem nicht so häufig. Am Schiffenberg bei Hehlen, in der Gegend von Bodenwerder, bei Hohn am Feldberg.

Wurmförmige Concretionen, sog. Schlangenwülste sind häufig auf den Schichtungsflächen und zeigen oft eine Aehnlichkeit mit Petrefacten.

Stylolithen**) sind vorzugsweise im Muschelkalk zu Hause. Sehr ausgezeichnet bei Rüdersdorf, bei Jena (Schaumkalk), in Franken bei Rothenburg u. a. O.; im Braunschweigischen; bei Emmendingen und Donaueschingen in Baden.

Gliederung der Muschelkalk-Formation.

3) Obere Abtheilung oder Hauptmuschelkalk. Besteht aus Schichten von, an Versteinerungen meist sehr reichem Muschelkalk mit Zwischenmitteln von Thon oder Mergel.

2) Mittle Abtheilung zeigt verschiedene Entwickelung: bald als Anhydrit-Gruppe, bestehend aus Anhydrit, Gyps, Steinsalz, Salzthon, bald als sog. Zwischenbildung nur aus Dolomiten, Mergeln, zuweilen von Gyps begleitet.

---

*) Siehe oben S. 30.

**) 239.

1) Untere Abtheilung. Wellenkalk-Gruppe. Aus einem System von Wellenkalk, Schaumkalk, Wellendolomit bestehend.

Von den Versteinerungen.

Die Leitfossilien sind ausschliesslich auf thierische Reste beschränkt. Von Krinoiden erscheint hauptsächlich Encrinus liliiformis; die Echiniden werden durch die Gattung Cidaris vertreten. Aus der Classe der Mollusken sind zumal die Brachiopoden-Gattungen Terebratula, Lingula und Spiriferina wichtig; die Pelecypoden erlangen eine weit grössere Bedeutung, wie in den paläozoischen Formationen, gewisse Gattungen mit verschiedenen Arten: Myophoria, Lima, Gervillia, Pecten. Gastropoden mehr als lokale Leitfossilien, die in gewissen Schichten gesellig auftreten. Die Cephalopoden liefern in den Gattungen Ceratites und Nautilus wichtige Leitfossilien. — Crustaceen sind sowohl durch kleine Schalenkrebse, gesellig erscheinend, vertreten: Estheria, Cythere, so wie durch vereinzelt vorkommende Individuen von eigentlichen Krebsen: Pemphix. Verschiedene Fisch-Gattungen und Saurier, zumal Nothosaurus.

Auffallend ist das fast gänzliche Fehlen der Korallen im Muschelkalk.

Die frühere Annahme: dass in der mittlen Abtheilung des Muschelkalks keine organischen Reste vorkommen, ist durch mehrfache Entdeckungen widerlegt. Denn ausser den durch ihre Fische und Saurier-Fauna ausgezeichneten dolomitischen Ablagerungen der Umgegend von Jena wurden von **H. Eck** in dem dolomitischen Kalk von Rüdersdorf verschiedene Conchylien (Lingula, Myophoria u. a.), Fische und Saurier nachgewiesen.

Als die häufigsten Leitfossilien, besonders in den deutschen, ausseralpinen Gebieten, dürften folgende gelten.

1) Krinoiden.

Encrinus liliiformis **Schloth.** In der unteren und mittlen Abtheilung des Muschelkalk; die in Kalkspath umgewandelten Stielglieder ganze Bänke bildend. die sog. Encriniten oder Trochitenkalke.

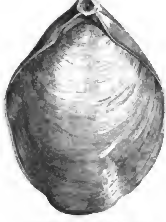
(Im Wellenkalk kommt E. liliiformis nicht vor; die hauptsächlich beobachteten Säulenglieder gehören anderen Species an.)

Encrin. liliiform.

2) Echiniden.

Cidaris grandaevus **Goldf.** Im Wellen- und Muschelkalk. Stacheln.

3) Brachiopoden.


Terebratula vulgaris.

Lingula tenuissima **Bronn.** Schon im unteren Wellenkalk; aber auch in der mittlen Abtheilung beobachtet (Göttingen, Rüdersdorf, Niederschlesien); im Muschelkalk.

Terebratula vulgaris **Schloth.** Hauptleitmuschel, ausgezeichnet durch grosse vertikale Verbreitung durch die ganze Formation und massenhaftes Auftreten der Individuen, ganze Bänke bildend.

Spiriferina fragilis **Schloth.** Im oberen Wellenkalk und oberen Muschelkalk.

Spiriferina hirsuta **Alb.** In der Spiriferinen-Bank unter dem Schaumkalk.

Retzia trigonella **Schloth.** Untere Encriniten-Bänke.

4) Pelecypoden.

Myophoria laevigata (var. *cardissoides*) **Alb.** Leitmuschel im Wellenkalk; auch im Muschelkalk.

Myophoria vulgaris **Schloth.** Im Wellenkalk und unteren Muschelkalk sehr häufig.

Myophoria elegans **Dunk.** Wellenkalk, zumal im Schaumkalk.

Myophoria cardissoides.

Myophoria orbicularis **Schloth.** Oberer Wellenkalk.

Myophoria Goldfussi **Alb.**
Myophoria pes anseris **Schloth.** } In den obersten Schichten des Muschelkalk.

Gervillia socialis **Schloth.** Gleich der *Ter. vulgaris* durch grosse vertikale Verbreitung ausgezeichnet, so wie durch Menge der Individuen.


Gervillia socialis.


Lima striata.

Gervillia costata **Schloth.** Besonders im oberen Wellen- und unteren Muschelkalk.

Pecten discites **Schloth.** Im ganzen Wellenkalk und Muschelkalk; hier besonders in den Plattenkalken mit Ceratites nodosus.

Pecten laevigatus **Schloth.** Wellen- und Muschelkalk.

Lima lineata **Schloth.** Unterer Wellenkalk sehr häufig, bis in den Schaumkalk.

Lima striata **Schloth.** Wellen- und Muschelkalk, besonders im oberen ganze Schichten erfüllend. (Im manchen Gegenden sind, trotz der Häufigkeit der Individuen zusammenhängende Schalenpaare selten, wie bei Jena, anderwärts, wie am unteren Neckar, ganz gewöhnlich.)

Pleuromya musculoides **Schloth.** In den Ceratiten-Schichten.

Trigonodus Sandbergeri **Alb.** Sehr bezeichnend für die obersten Schichten des Muschelkalk, den Trigonodus-Dolomit.



Trigonodus Sandbergeri.

5) Gastropoden.

Dentalium torquatum **Schloth.** Im Wellenkalk, besonders in der „Dentalien-Bank."

Natica gregaria **Schloth.** Wellenkalk; gesellig.

6) Cephalopoden.

Nautilus bidorsatus **Schloth.** Tritt schon im Wellenkalk auf, hauptsächlich im oberen Muschelkalk. (In manchen Gegenden nichts weniger als häufig.)

Ceratites (Ammonites) Buchi **Alb.** Im ganzen Wellenkalk, in den Odenwald-Tauber-Gegenden, verkiest und verkalkt; in Franken selten (Dentalien-Bank).



Nautilus bidorsatus.



Ceratites nodosus.

Ceratites nodosus **Brug.** Schon in der unteren Hälfte des Muschelkalk auftretend, hauptsächlich aber in den oberen Schichten den Plattenkalken ein Hauptleitfossil.

Ceratites semipartitus **Gaill.** Erscheint in etwas höherem Niveau als *Cer. nodosus*:

Rhyncholithus hirundo **Big.** } In den obersten Schichten des Muschelkalk.
Conchorhynchus avirostris **Blumenb.** }

7) Crustaceen.

Die kleinen Schalenkrebse der Gattungen *Bairdia* und *Cythere* erscheinen gesellig in den Schieferthonen in verschiedenen Horizonten.

Bairdia triasina **Schaur.** In den obersten Schichten des Wellenkalk.

Bairdia pirus **Seeb.** } In der obersten Zone des Muschelkalk.
Cythere dispar **Seeb.** }

Pemphix Sueurii **Desm.** Dieser (zu den Malacostraceen gehörige) Krebs hauptsächlich im obersten Muschelkalk. Siehe die Fig. folg. Seite.

8) Fische.

Acrodus lateralis **Ag.** *Hybodus plicatilis* **Ag.** *Colobodus varius* **Gieb.** *Saurichthys acuminatus* **Ag.**	Hauptsächlich Zähne oder Schuppen; besonders in den glaukonitischen Schichten des oberen Muschelkalk bei Jena; aber auch im mittleren Muschelkalk.

9) Saurier.

Nothosaurus mirabilis **Münst.** *Placodus gigas* **Ag.**	Wirbel und Rippen.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der Muschelkalk-Formation.

Bei Durlach in Baden, nach **Sandberger.**

3. Oberer Muschelkalk, (die Dolomite mit *Trigonodus Sandbergeri* treten bei Bruchsal, Ubstadt auf), bei Jöhlingen und b Ceratiten-Schichten 8,37 Mtr.
Petrefactenarmer Kalk 1,20 Mtr.
Bank mit *Gervillia socialis* 0,14 Mtr.
Petrefactenarme Bänke 4,30 Mtr.
Muschelbank mit *Gervillia socialis, G. costata* und *Myophoria Goldfussii* in Menge 0,25 Mtr.
Bank mit *Ceratites nodosus* 0,73 Mtr.
Muschelbank mit *Lima striata, Myophoria laevigata, Pecten laevigatus* (sehr gross) 0,23 Mtr.
Petrefactenarmer Kalk 0,32 Mtr.
Muschelbank mit *Gervillia socialis* 0,20 Mtr.
Petrefactenarmer Kalk 1,00 Mtr.

a) Encriniten-Schichten (11—12 Mtr.)
Crinitenbank, bis 0,4 Mtr.
Petrefactenarmer Kalk 1 Mtr.
Crinitenbank, bis 1,50 Mtr.
Petrefactenarmer Kalk, 2,70 Mtr.
Muschelkalk, *Lima striata* in Menge 0,20 Mtr.
Crinitenbank, fast ganz aus Bruchstücken von *Encrinus liliiformis* bestehend 0,70 Mtr.

2. Mittler Muschelkalk. Dolomite der Anhydrit-Gruppe bis 28 Mtr. mächtig, mit Hornstein-Lagen.

1. Unterer Muschelkalk, Wellenkalk-Gruppe.
Oberer Wellenkalk, bis 16,00 Mtr.; arm an Petrefacten *(Myophoria orbicularis)*.
Unterer Wellenkalk, 15,60 Mtr., mit vielen Petrefacten, besonders *Lima lineata*.
Wellendolomit, 26,6—30 Mtr. mächtig: *Myophoria laevigata (cardissoides), Lima lineata, Gervillia socialis, Terebratula vulgaris*. (Der Wellendolomit — bemerkt **Sandberger** — ist eine Strandbildung. Dass *Terebratula* eine Bank bildet darf nicht befremden, da auch lebende in geringer Tiefe gesellig vorkommen. Es stimmt dies auch mit

Pemphix Sueurii.

den Resultaten neuerer Forschungen überein, wie z. B. im Pliocän Siciliens, dass an Brachiopoden reiche Ablagerungen keineswegs immer Tiefseebildungen, vielmehr Ablagerungen seichter Meeresstellen, ja völlige Strandbildungen sind, wie dies **Th. Fuchs** zeigte.

Muschelkalk-Formation am s. Abhang des Odenwaldes, in der Umgegend von Heidelberg, nach **Benecke.**

3. Eigentlicher Muschelkalk.
   Dunkelblaue bis schwarze, zuweilen glaukonitische Kalksteine mit *Myophoria Goldfussi, Bairdia* (Bairdienkalk).
   Dolomit mit *Trigonodus Sandbergeri* (Trigonodus-Dolomit), *Terebratula vulgaris.*
   Plattenkalke mit *Ceratites semipartitus* und *Cer. nodosus*, dazwischen schieferige Lagen mit *Bairdia* und *Cythere.*
   Bank der *Terebratula vulgaris.*
   Oberste Criniten-Bank; *Ceratites nodosus, Spiriferina fragilis* sehr häufig.
   Plattenkalke, Schieferthone und Crinitenkalke; *Myophoria vulgaris.*
   Gelbe Kalke und oolithische Bänke.

2. Anhydrit-Gruppe
   Mergel, bituminöse Kalke mit Hornstein. } Sehr ungleich entwickelt, bis zu
   Zellendolomite, Gyps, Steinsalz. } 200 F. anwachsend.

1. Wellenkalk-Gruppe, bis zu 250 F. mächtig.

c) Obere Abtheilung. Bituminöse Mergel mit *Myophoria orbicularis.*
   Bank mit *Gervillia socialis*; Plättchen mit *Bairdia.*
   Dunkelblaue Kalke mit *Myophoria orbicularis.*

b) Mittle Abtheilung. Zweites Criniten-Lager.
   Schaumkalk.
   Typischer Wellenkalk.
   Bank mit *Spiriferina hirsuta, fragilis.*

a) Untere Abtheilung.
   Erstes Auftreten von Criniten Bänken, *Lima lineata.*
   Schieferige Mergel und Dolomite.

Muschelkalk-Formation in der Umgegend von Würzburg, nach **Sandberger.**

3. Eigentlicher Muschelkalk.
   Kalkstein mit Hornstein-Knauern, mit *Trigonodus Sandbergeri* und *Terebr. vulgaris*, Trigonodus-Kalk; in den westlichen Gegenden. Ostracoden-Thone; *Cythere dispar* Leitfossil.
   Wülstige Kalke mit *Ceratites semipartitus.*
   Plattenkalk mit *Ceratites nodosus.*
   Bank der *Terebratula vulgaris;* oft als ein aus tausenden von Schalen dieser Muschel gebildeter Kalk, eine scharf characterisirte Leitschicht.
   Plattenkalke mit *Pecten discites* und *Ceratites nodosus;* wechselnd mit Schieferthonen mit *Cythere* und *Lingula.*
   Obere Encriniten-Bank *(Encrinus liliiformis)* mit *Spiriferina fragilis, Ceratites nodosus.*
   Plattenkalk mit *Pecten discites*. *Cer. nodosus*, wechselnd mit Schieferthon; zu unterst Bänke mit *Dentalium.*

Plattenkalke mit *Myophoria vulgaris* und *Gervillia costata*, wechselnd mit Schieferthonen mit *Cythere, Lingula.*
Untere- oder Hauptbank des *Encrinus liliiformis*, oben mit der Schicht der *Lima striata.*
Plattenkalke mit *Myophoria costata* und *Gervillia socialis*, wechselnd mit Schieferthonen.
Dolomitische Mergel- und Hornstein-Bänke.

2. Anhydrit-Gruppe.
Nur durch Zellenkalke, seltener durch salzhaltigen Gyps vertreten.

1. Wellenkalk-Gruppe.

c) Obere Abtheilung.
Mergelkalk mit *Ceratites luganensis.*
Mergelschiefer mit *Myophoria orbicularis.*
Schaumkalk, Cölestin als Versteinerungs-Mittel. *Myophoria laevigata*, *Gervillia costata* und *socialis.*

b) Mittle Abtheilung.
Bank der *Spiriferina hirsuta.*
Bank der *Spirigerina filicosta*, **Sandb.**, *Lima lineata.*
Bank der *Terebratula vulgaris.*

a) Untere Abtheilung.
Dichter Kalk mit *Gastropoden: Dentalium torquatum*, daher Dentalien-Bank, *Natica gregaria.*
Unterster Wellenkalk. *Lima lineata.*
Wellendolomit.

Muschelkalk-Formation in der Gegend von Weimar, nach **K. v. Seebach.**

c) Oberer Muschelkalk.
5. Obere Thonplatten, glaukonitische Kalke; 10 F. mächtig.
4. Obere Terebratelbank, oft ganz aus Schalen der T. vulgaris bestehend, 1—2 F. mächtig.
3. Untere Thonplatten mit *Gervillia socialis* 80 F.
2. Encrinitenkalk, oft ganz aus Stielgliedern von *Encrinus liliiformis* bestehend; *Lima striata, Terebratula vulgaris* sehr häufig; 15 F. mächtig.
1. Oolithischer Muschelkalk.

b) Mittler Muschelkalk. (Anhydrit-Gruppe.)
3. Dolomitischer Mergelkalk mit Hornstein.
2. Zellendolomit; bei Sulza Anhydrit, Gyps, Steinsalz.
1. Dolomitischer Kalk, 30—40 F. mächtig.

a) Untererer Muschelkalk, Wellenkalk.
7. Oberster Wellenkalk, *Myophoria orbicularis*, 20 F.
6. Schaumkalk, 20 F.
5. Mittler Wellenkalk, 60—80 F. mächtig.
4. Terebratelkalk, Zone von wechselnder Mächtigkeit, im Mittel bis 20 F.
3. Unterster Wellenkalk, bis 140 F. mächtig.
2. Wellendolomit, 30 F. mächtig.
1. „Trigonienbank", grauer Kalk mit *Myophoria vulgaris*, 20 F. mächtig.

Muschelkalk-Formation in Oberschlesien, nach **H. Eck.**

3. Oberer Muschelkalk.

Rybnaer Kalk, durch Häufigkeit von Fisch- und Saurier-Resten ausgezeichnet; ***Pecten discites, Ceratites nodosus.***

2. Mittler Muschelkalk.
Dolomitmergel, 40—50 F. mächtig; wird durch seine Versteinerungslosigkeit characterisirt.

1. Unterer Muschelkalk, Wellenkalk.
Himmelwitzer Dolomit, etwa 40 F. mächtig; ***Myophoria laevigata*** und *vulgaris* sehr häufig.
Schichten von Mikultschütz, weisse oder gelbe Kalksteine mit Knollen von weissem Hornstein; durch das Auftreten alpiner Muschelkalk-Formen, wie *Spirifer Mentzeli* ausgezeichnet; über 70 F. mächtig.
Encriniten- und Terebratel-Schichten. Durch das massenhafte Vorkommen dieser Reste einen scharfen Horizont bildend.
Poröse Kalksteine von Gorasdze.
Blauer Sohlenkalk; bis 15 F. mächtig. Alpine Versteinerungen, wie bes. *Terebratula angusta.*
Mergelkalke von Chorzow, bis zu 280 F. mächtig.
Cavernöser Kalk.

Die Entwickelung der Muschelkalk-Formation in den verschiedenen, so genau durchforschten Gebieten Deutschlands bietet Gelegenheit zu interessanten Vergleichungen. Man unterscheidet bekanntlich eine thüringisch-fränkische und eine schwäbische Entwickelung des Muschelkalkes. In dem von **Benecke** geschilderten Gebiete berühren sich beide. Das hervorragendste petrographische Moment für den Anfang ist das Auftreten dolomitischer Bildungen über dem Röth. Im südlichen Schwaben ist der Wellendolomit mächtig entwickelt; gegen Thüringen zu verschwindet er; indem seine Mächtigkeit in den dazwischen liegenden Gegenden sehr schwankend, bei Durlach noch bis zu 30 mm., bei Würzburg nur 7 mm. Die organischen Reste des unteren Wellenkalkes bieten keine sicheren Anhaltspunkte zur Erkennung bestimmter Bänke, wie dies in Schwaben überhaupt der Fall, nicht aber in Franken. Die Dentalienbank **Sandbergers** gewährt einen scharfen Horizont, der diesseits des Tauberthales nicht mehr bekannt. Für die mittle Abtheilung der Wellenkalk-Gruppe ist die Spiriferinen-Bank von Bedeutung. Ihr südlichster Punkt ist Nussloch; wenige Stunden südlicher, bei Durlach fehlt sie, ebenso in ganz Schwaben. — Auch der Schaumkalk verhält sich wie die Spiriferinenbank. Er besteht wie jener aus zwei getrennten Bänken, aber auch er schneidet bei Nussloch völlig ab; südlicher in Baden und in Württemberg keine Spur desselben. Gemeinschaftlich ist schwäbischem und fränkischem mittlerem Wellenkalk die Beschaffenheit der dünnschichtigen Kalkbänke, die eben den Namen veranlasst hat. — Weit gleichartigere Entwickelung zeigt der obere Wellenkalk in seinen mit unzähligen Individuen der ***Myophoria orbicularis*** erfüllten Mergeln. — In der oberen Region der Criniten-Bänke des Muschelkalk beginnt wieder eine Annäherung an die fränkischen Verhältnisse. Es tritt eine Bank mit ***Spiriferina fragilis*** auf, die noch ***Encrinus liliiformis,*** daneben aber ***Ceratites nodosus*** enthält, so dass diese beiden Leitfossilien für die untere und obere Abtheilung des oberen Muschelkalk hier beisammen liegen. Namentlich zeigt sich aber wieder der Zusammenhang mit Franken in den obersten Schichten des Muschelkalk, den Bairdien-Schichten und dem Trigonodus-Dolomit. — Als Gesammt-Resultate für die Entwickelung des eigentlichen Muschelkalk hebt **Sandberger** folgende hervor: 1) der schwäbisch-nordschweizerische Muschelkalk ist

durch eine grosse Einförmigkeit des Facies und überwiegende Entwickelung der Encriniten-Kalke ausgezeichnet. 2) Der Muschelkalk Mitteldeutschlands (Nordbadens, Frankens, Thüringens) zeigt die mannigfaltigste Gliederung und eine vollständige Entwickelung aller seither bekannten Facies, er bildet eine eigene, wohl durch geringe Tiefe des Meeresbodens und die Nähe einmündender Flüsse bezeichnete Provinz des Muschelkalkes, mit der reichsten zeither beobachteten Fauna. 3) Die äussersten norddeutschen Muschelkalk-Gebiete schliessen sich meistens der thüringischen Entwickelung enger an als der schwäbischen. Unter ihnen besitzt der oberschlesische die geringste Gliederung und wahrscheinlich nur im Rybnaer Kalke, den Vertreter des oberen Muschelkalkes.

In den bayerischen Alpen hat **Gümbel** folgende Gliederung der Muschelkalk-Formation beobachtet.

Schwarzer Alpen-Dolomit, von weissem Kalkspath durchadert.

Plattenkalke; sie enthalten Muschelkalk-Brachiopoden. (Sog. Virgloriakalk.)

Muschelkalk, sog. Guttensteiner Kalk.

Mergeliger Muschelkalk.

Guttensteiner Kalk heisst derselbe nach seinem Auftreten bei Guttenstein, am unteren Fuss des Schneeberges bei Wiener-Neustadt. — Als Virgloria-Kalke werden schwarze Kalke mit *Terebr. vulgaris*, *Retzia trigonella* bezeichnet, die am Virgloriapass in Vorarlberg bis zu 100 F. Mächtigkeit erreichen.

Bemerkenswerth ist besonders das Auftreten der Muschelkalk-Formation in den Alpen bei Recoaro. Es entspricht derselbe dem Wellenkalk Oberschlesiens. Die obere Abtheilung dieser Ablagerungen wird von den in steilen Wänden aufragenden Brachiopodenkalken gebildet; mergelige Zwischenschichten sind mit zahlreichen Pflanzenresten erfüllt. Darunter liegt eine Schichten-Reihe mit *Encrinus gracilis*.

In den Südalpen scheint die obere Abtheilung, der eigentliche Muschelkalk noch nicht nachgewiesen. Die untere Abtheilung entspricht dem deutschen Wellenkalk; es gehören dahin die Brachiopoden-Schichten der Umgebungen von Recoaro Dann gewisse Grenzgebilde gegen den Buntsandstein: Gypse und Rauchwacken.

Vorkommen von Steinsalz in der Muschelkalk-Formation ist, wie bereits bemerkt, an die mittlere Abtheilung geknüpft, welche daher auch als Anhydrit-Gruppe bezeichnet wird. Steinsalz-Lager finden sich bei Dürrheim, Wyhlen und Rappenau in Baden: Wilhelmsglück, Rottenmünster, Sulz, Friedrichshall in Württemberg; Ludwigshall bei Wimpfen in Hessen; bei Basel; im nordwestlichen Deutschland bei Buffleben im Gothaischen, Stotternheim im Weimar'schen, bei Erfurt.

3) Keuper-Formation.

Mit dem Worte Keuper bezeichnete ursprünglich der Landmann in Coburg die dort in grosser Mächtigkeit auftretenden buntfarbigen Mergel. Diese lokale Benennung wurde von **L. v. Buch** zur Bezeichnung der ganzen Formation benutzt

Verbreitung. Im südwestlichen Deutschland zieht sich der Keuper als schmaler Streifen von den Ufern des Rheins bei Waldshut längs des östlichen Abfalls des Schwarzwaldes nordwärts bis in die Nähe von Tübingen, wo er zwischen jenem Gebirge und dem Odenwald grössere Verbreitung gewinnt, sich durch Franken ins Coburgische erstreckt. In Thüringen bildet Keuper vereinzelte Ablagerungen; in Westphalen findet er sich, in den Weser-Gegenden, am Teutoburger Wald. Ferner in Schlesien und Polen. — In der Schweiz in den Cantonen Basel, Schaffhausen,

Zürich, Bern, Solothurn. Im deutschen Alpen-Gebirge ist die ausserordentliche Verbreitung der Keuper-Formation — gegenüber den beiden anderen Gliedern der Trias — bemerkenswerth; in den norischen Alpen, in den nord- und südtyroler Alpen, in den Kärnthner, österreichischen und lombardischen Alpen. — Ferner am Westabhang der Vogesen, in Lothringen, Burgund, in Savoyen. In England in Cheshire, Shropshire, Worcestershire. Lancashire, Warwickshire.

Gesteine der Keuper- Formation.

Als vorwaltende Gebirgs-Glieder erscheinen: Mergel, Sandsteine, Gypse; in gewissen Gebieten Kalksteine, Dolomite und Schieferthone. Als lokale Vorkommnisse: Anhydrit und Steinsalz.

Mergel (Keupermergel) zeigen sich hinsichtlich der Farbe und chemischen Zusammensetzung verschieden. Im Allgemeinen sind bunte Farben characteristisch; am häufigsten roth und grün. Man unterscheidet:

Thonmergel, mit beträchtlichem Thongehalt, von geringer Härte, verschiedene Farbe, gefleckt, gestreift. Saugt lebhaft Wasser ein. Chem. Zus. eines Thonmergels aus dem Rottelser Graben unfern Stuttgart, nach **Gräger:** 12,63 kohlensaure Kalkerde, 9,76 kohlensaure Magnesia, 2,01 Eisenoxyd, 0,44 Manganoxyd, 0,74 Thonerde, 73,41 Thon und 1,39 Wasser. S. = 100,38.

Sandmergel, mit feinem Quarzsand gemengt, oft Muscovit-Schuppen enthaltend. Chem Zus. eines Sandmergels von der Weinsteige bei Stuttgart, nach **Faisst:** 16,92 kohlensaurer Kalk, 2,49 kohlensaure Magnesia, 4,11 Thonerde, 5,98 Eisenoxyd, 23,19 Thon, 44,69 Quarzsand. S. = 97,38.

Dolomitmergel. (Steinmergel.) Schwerer und härter wie die anderen Mergel; roth, grün, grau, gelb. Chem. Zus. eines Dolomitmergels von Traustadt in Franken, nach **v. Bibra:** 12,3 kohlensaurer Kalk, 11,3 kohlensaure Magnesia, 15,0 Thonerde, 11,2 Eisenoxyd, 44,1 Sand und Thon, 5,1 Wasser und eines Dolomitmergels von Heilbronn nach **Xeller:** 8,6 kohlensaure Kalkerde, 25,5 kohlensaure Magnesia, 13,1 Thonerde und Eisenoxyd, 50,6 Sand und Thon, 0,6 schwefelsaurer Kalk, 1,8 Wasser und 0,5 Chlornatrium.

Sandsteine gehören nächst den Mergeln zu den vorwaltenden Gebirgsgliedern der Formation und werden allgemein als „Keupersandsteine" bezeichnet. Je nach der Natur des Bindemittels, des Kornes und der Farbe lassen sich verschiedene Abänderungen unterscheiden.

Lettenkohlensandstein, hellgrau bis braungelb, feinkörnig, neben den kleinen Quarzkörnchen noch Feldspath-Partikel, Muscovit-Schuppen enthaltend; manchmal kleine Kohleschmitzen. Das Bindemittel oft reich an kohlensaurem Eisenoxydul.

Schilfsandstein (Bausandstein), grünlichgrau, von gleichmässig feinem Korn, kleine Muscovit-Schuppen; thoniges Bindemittel.

Grobkörniger Sandstein, von hellen Farben, graulich- oder gelblichweiss, oft zu Sand zerfallend, enthält Kaolin-Theilchen, thoniges Bindemittel, seltener kalkiges oder kieseliges.

Bonebedsandstein, feinkörnig, meist hart, gelb oder gelblichweiss, aber oft gefleckt, geflammt, in noch höherem Grade wie der Buntsandstein.

Krystallisirter Sandstein. Diese für die Trias überhaupt characteristischen, mehrfach erwähnten Vorkommnisse sind besonders in der Keuper-Formation zu Hause, scheinen aber in verschiedenen Niveaus angehörigen Sandsteinen aufzutreten. Besonders ausgezeichnet im mittleren Keuper der Umgebungen von Stuttgart, Esslingen, Tübingen, in den unmittelbar über dem Schilfsandstein sich in den Letten ausscheidenden Sandstein-Platten. In Franken im „Coburger Bausandstein."

Gyps. Nächst den Mergeln und Sandsteinen sind Gypse die häufigsten Glieder der Keuper-Formation; sie treten in zweifacher Weise auf. Körniger Gyps, grau oder graulichweiss, bildet manchmal ansehnliche Lager. Gyps, in Nestern, Streifen und Adern die Mergel durchziehend, bald körnig bis dichten von verschiedenen, zumal hellrothen Farben, bald faserig, weiss, die Fasern senkrecht zu den Mergelschichten. — Die „Keupergypse" sind nicht selten durch Thon verunreinigt, auch salzhaltig, manchmal von Steinsalz-Streifen durchzogen. Als ein interessanter accessorischer Gemengtheil in den Keupergypsen Spaniens, verdienen die in der Umgegend von Almansa vorkommenden schönen Krystalle von rothem Eisenkiesel Erwähnung (so lange unter dem ungeeigneten Namen „Hyacinthen von Compostella" aufgeführt). Aber auch anderwärts ist das Vorkommen von Quarz-Krystallen in Keupergypsen nachgewiesen; so bei Tonna in Coburg.

Die Verbreitung der Gypse im Keuper ist eine ansehnliche. In Baden im südlichen Theil bei Unadingen, Ewatingen, Kandern u. a. O.; bei Geradstätten, Untertürkheim in Württemberg; an vielen Orten in Franken, in Coburg; bei Bex; Salins, Jura-Dep; Rodez, Aveyron, Cheshire, Lancashire.

Kalkstein (Keuperkalk) ist selten reiner Kalk, sondern durch verschiedene Beimengungen verunreinigt Besondere Erwähnung verdient der glaukonitische Kalk. Er ist meist durch Glaukonit dunkelgrün gefärbt und von ansehnlicher Härte wegen der beigemengten Quarz-Körner. Durch **H. Haushofer** wurde der glaukonitische Kalk der Gegend von Würzburg untersucht (a) und die Analyse auf die mineralogischen Bestandtheile des Gesteins berechnet.

	a		b
Kalkerde	46,12	Kohlens. Kalk	81,27
Magnesia	1,41	Kohlens. Magnesia	2,96
Eisenoxydul	0,65	Kohlens Eisenoxydul	1,05
Eisenoxyd	1,16	Kohlens. Manganoxydul	0,33
Manganoxydul	0,20	Phosphors. Kalk	0,88
Thonerde	0,92	Brauneisenocker	1,35
Kieselsäure	0,81	Thon	1,73
Quarz	5,58	Quarzkörner	5,58
Glaukonit	1,11	Glaukonit	1,11
Phosphorsäure	0,41	Gyps	0,43
Schwefelsäure	0,20	Wasser und organ. Substanz	3,18
Kohlensäure, organ. Substanz, Wasser	41,30		
	99,87		99,87

Die Zusammensetzung des Glaukonit ermittelte **Haushofer** zu: 48,3 Kieselsäure, 28,1 Eisenoxyd, 3,0 Thonerde, 5,5 Kali und 14,7 Wasser. — Der glaukonitische Kalk

besitzt in der Gegend von Würzburg eine ansehnliche Verbreitung, bei Kissingen, bei Weyhers, Rhön, im Coburgischen.

Vielen Keuper-Gebieten fehlen Kalksteine gänzlich oder sie erscheinen nur in 6 bis 20 Zoll mächtigen Platten, auch in Knollen, während sie in anderen Gegenden grosse Verbreitung erlangen. Dies ist zumal in den Alpen der Fall.

Dolomit (Keuperdolomit) tritt mehrfach auf; besonders wichtig ist der sog. Grenzdolomit, bald hart und krystallinisch, bald erdig, zuweilen sogar oolithisch; gelb, grau, rostbraun Der Dolomit von Dürrfeld in Franken enthält nach **v. Bibra:** 55,3 kohlensauren Kalk, 37,0 kohlensaure Magnesia, 1,4 Thonerde, 1,2 Eisenoxyd, 2,6 kieselsaure Thonerde, 0,3 Schwefelsäure, 1,2 Wasser, 1,0 Chlor und Verlust. — Dolomite finden sich in Franken, im Coburgischen, in Savoyen; in den Alpen tritt der sog. Hauptdolomit in grosser Verbreitung auf.

Eintheilung der Keuper-Formation.

Die Keuper-Formation zerfällt in drei Gruppen oder Abtheilungen, die in verschiedenen Gegenden auch manchmal eine verschiedene Entwickelung zeigen, nämlich: 1) in eine untere die Lettenkohlen-Gruppe (welche aber in gewissen Gebieten als eine Steinsalzführende Gruppe auftritt); 2) in eine mittlere Gruppe, welche man auch als den eigentlichen Keuper bezeichnet und 3) in eine obere, die rhätische Gruppe.

1) Die Lettenkohlen-Gruppe.

Dieselbe besteht aus Dolomitmergeln, Sandsteinen, Schieferthonen und glaukonitischen Kalksteinen, zwischen welchen Gesteinen unbedeutende Lagen einer kiesigen, mit Letten gemengten, nicht bauwürdigen Kohle auftreten, der sog. Lettenkohle.

Diese Gruppe ist im Coburgischen, in Franken, Thüringen, in Württemberg und Baden entwickelt; in der Schweiz im Canton Basel, am Berner Jura, im Aargau.

Von den Versteinerungen der Lettenkohlen-Gruppe.

Die Flora ist eine sehr reiche. Die Equisetaceen sind durch die Gattung Calamites, besonders aber durch Equisetites vertreten; ebenso erscheinen verschiedene Gattungen von Farnkräutern: Neuropteris, Schizopteris, Alethopteris, Pecopteris, Danaeopsis; ferner Cycadeen mit der wichtigen Gattung Pterophyllum, Coniferen mit Voltzia. — Die thierischen Reste werden vorzugsweise durch Mollusken repräsentirt, unter diesen die Brachiopoden aber nur durch die Gattung Lingula, während es hauptsächlich Gattungen von Pelecypoden sind, welche dominiren: Myophoria, Gervillia, Cardinia, Pecten. Die Schalenkrebse finden sich wieder ein: Estheria; Bairdia; endlich Fische und Saurier.

A. *Pflanzen.*


Equisetites arenaceus.

Calamites Meriani **Heer.** In Franken, Baden, Württemberg, bei Basel.

Equisetites arenaceus **Schenk.** Allenthalben als die häufigste Leitpflanze.

Neuropteris remota **Presl.** Franken, Thüringen, Baden.

Schizopteris pachyrhachis **Schenk.** Baden, Franken.

Alethopteris Meriani **Goepp.** Basel, Franken.

Pecopteris Schönleiniana **Brongn.** Baden, Franken.

Danaeopsis marantacea **Heer.** Sehr verbreitet: Franken, Thüringen, Baden, Württemberg, Basel.

Pterophyllum Gümbeli **Stur.** Franken.

Voltzia coburgensis **Schaur.** Franken, Thüringen, Basel.

Widdringtonites Keuperianus **Heer.** Basel, Franken.

Die grosse Verbreitung und zahlreiche Individuen der Equiseten lassen, wie **Schenk** bemerkt, auf ausgedehnte, sumpfige von Wasser bedeckte Niederungen des Keuperlandes schliessen, welche von diesen baumartigen Gewächsen eingenommen waren. Höher liegende Landstriche mögen von Waldgruppen aus Baumfarnen, Cycadeen, Coniferen gebildet, eingenommen gewesen sein, deren Schatten kleinere Farne beherbergte. Die Niederungen waren ohne Zweifel den Ueberfluthungen des Meeres ausgesetzt, wodurch die Bildung der Lettenkohle bedingt wird.

B. *Thiere.*

1) Brachiopoden.


Lingula tenuissima.

Lingula tenuissima **Bronn.** Diese durch die ganze Trias gehende Leitmuschel in den Sandsteinen und Dolomiten, zumal im Grenzdolomit.

2) Pelecypoden.

Myophoria Goldfussi **Alb.** Leitmuschel, zumal in dem Grenzdolomit.

Myophoria truckmanni **Stromb.**

Cardinia (Anoplophora) brevis **Schaur.** Durch die ganze Lettenkohle, besonders in dem „Cardinien-Sandstein."

Corbula triasina **Schaur.** Im Bairdienkalk, auch im Grenzdolomit.

3) Crustaceen.


Estheria minuta.

Estheria minuta **Goldf.** Sehr häufig, gesellig, zumal auf den Kluften des Grenzdolomits.

Bairdia pirus **v. Seeb.** Zumal in den „Bairdienkalken."

4) Fische.

Acrodus Gaillardoti **Ag.**
Hybodus plicatilis **Ag.**
Colobodus varius **Gieb.**

5) Saurier.

Nothosaurus Münsteri **Mey.**
Mastodonsaurus Jaegeri **Mey.**

Die thierischen Reste der Lettenkohlen-Gruppe werden vorzugsweise aus einem aus Pelecypoden bestehenden Rest der Fauna des Muschelkalkes gebildet, welcher sich wahrscheinlich unter geänderten Lebensbedingungen: durch Einströmung von Sand und Schlamm in das Meer, allmählige Umwandelung des Meeresbodens in Marschland, das von Zeit zu Zeit wieder überschwemmt wurde, zu erhalten vermochte. Die anderen characteristischen Arten des Muschelkalkes. die Gastropoden, Cephalopoden, Brachiopoden (ausser *Lingula)* sind verschwunden.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der Lettenkohlen-Formation.

In Coburg, nach **v. Schauroth,** dem eingehende Schilderung zu verdanken:

11. Dolomitischer Kalk (Grenzdolomit), zuweilen etwas oolithisch, mit *Myophoria Goldfussi;* 1,0 Mtr.
10. Blaulicher Thon, 0,05 Mtr.
9. Drusiger Dolomit, unrein gelb, 0,75—1,0 Mtr.
8. Gelber Thonmergel, auf den Klüften Kalkspath; 0,1 Mtr.
7. Grauer, feinkörniger Sandstein mit Kohlentheilchen; 0,15 Mtr.
6. Grauer, unreiner Thon; 0,2 Mtr.
5. Lettenkohle, mit wenigen Eisenkies-Knollen; 0,2—0,3 Mtr.
4. Grauer Thon mit kohligen Theilchen; 0,1 Mtr.
3. Grauer, feinkörniger Sandstein, mit Glimmer-Schüppchen und Kohlentheilchen; 0,5 Mtr.
2. Grauer, sandiger Thon; 0,5 Mtr.
1. Grauer Sandstein, 3 Mtr.

In der Umgebung von Würzburg zeigt die Lettenkohle nach **Sandberger** folgende Gliederung:

8. Grenzdolomit, mit *Myophoria Goldfussi.*
7. Schieferthone, mit *Cardinia, Lingula* und dolomitische Sandsteine.
6. Hauptsandstein, reich an Pflanzen.
5. Drusen-Dolomit.
4. Cardinien-Sandstein, bis 4 Mtr. mächtig, mit Cardinia brevis.
3. Weissgrauer Cardinien-Schiefer, bis 2 Mtr. mächtig.
2. Blauer, harter Dolomit, bis 0,22 Mtr.
1. Glaukonitischer oder Bairdienkalk, mit Knochenresten.

Im Tauber-Gebiet nach **Platz:**

12. Gelber dolomitischer Mergel; 1,380 Mtr.
11. Dolomit, reich an *Estheria,* mit einer Knochen-Lage; 0,633 Mtr.
10. Graue sandige Schiefer mit *Cardinia* brevis; 0,711 Mtr.
9. Harter, kohliger Kalk, ganz erfüllt mit Schalen von *Cardinia;* 0,240 Mtr.
8. Schwarze Schiefer und Lettenkohle; 1,500 Mtr.
7. Sandstein mit *Cardinia;* 0,750 Mtr.
6. Schwarze Schiefer mit *Bairdia;* 0,867 Mtr.
5. Pflanzen führender Sandstein; 1,290 Mtr.

4) Schieferthon; 0,795 Mtr.
3) Grauer Sandstein; 0,810 Mtr.
2) Schwarzer Schieferthon mit verkohlten Pflanzen-Resten; 2,061 Mtr.
1) Grauer Schieferthon mit Sandstein-Bänken; 1,088 Mtr.

Die unteren Pflanzenthone sind Süsswasserbildungen, ein schlammiges Sumpfland andeutend. Mit der Bank 11 verschwinden die Pflanzenreste, Meeresbildungen treten auf.

In Schwaben nach **Quenstedt:**

Gelbe Dolomitmergel, in dünne Platten spaltbar, mit ***Lingula tenuissima, Estheria minuta;*** Mächtigkeit über 5 F.

Graulicher Schieferthon, gegen 12 F. mächtig.

Kieshaltiges, Lettenkohle führendes Thonflötz, bis zu 8 Zoll mächtig.

Grauer Sandstein mit *Equisetites,* 5—20 F. mächtig und „Bonebed“, mit zahlreichen Coprolithen, rhombischen Fisch-Schuppen von ***Acrodus Gaillardoti, Hybodus plicatilis,*** Knochen von ***Mastodonsaurus.***

Es ist diese in den untersten Schichten des Sandsteines über dem Muschelkalk auftretende Schicht, das ältere oder untere Bonebed der Trias in Württemberg, besonders bei Biberfeld, Seebronn, Hofen entwickelt.

Dieses ältere Bonebed der Trias findet sich auch in der Schweiz. **Mösch** hat es im Aargauer Jura nachgewiesen; an der Bärenhalde, westlich von der Staffelegg bei Aarau und als braune, dolomitische Sandmergel bei Müllingen an der Reuss.

2) Keuper-Gruppe.

Die Verbreitung ist bereits oben angegeben worden.

Die Gesteine der Keuper-Gruppe oder des eigentlichen Keuper bestehen vorwaltend aus Mergeln, Sandsteinen und Gypsen.

Von den Versteinerungen der Keuper-Gruppe (des eigentlichen Keupers).

Die Flora stimmt im Allgemeinen mit jener der Lettenkohlen-Gruppe überein, mit welcher der Keuper sogar einige Arten gemein hat; sie ist aber doch nicht so reich und hauptsächlich auf den sog. Schilfsandstein beschränkt. Equisetites dominirt auch hier. Die thierischen Reste sind wieder durch Mollusken, die Brachiopoden durch Lingula, die Pelecypoden durch Myophoria vertreten. Schalenkrebse. Die Saurier treten auf, die sog. Labyrinthodonten.

A. *Pflanzen.*

Equisetites arenaceus **Schenk.** Franken, Württemberg, Thüringen; auch im Stubensandstein.

Neuropteris remota **Presl.** Württemberg.

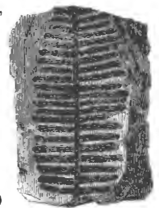
Clathropteris reticulata **Kurr.** Württemberg, Franken.

Pecopteris stuttgartiensis **Brong.** (Cyatheites rigida **Schenk**). Württemberg, Franken.

Pterophyllum Jaegeri **Brongn.** Württemberg, Baden, Franken.

Voltzia coburgensis **Schaur.** Franken.

Araucarites Keuperianus **Goepp.** Im Stubensandstein.



Pterophyllum Jaegeri.

B. *Thiere.*

1) Pelecypoden.

Unter diesen ist besonders bezeichnend:

Myophoria Raibliana **Boué**, (*Myophoria Kefersteini* **Münst.**) welche eine besondere Schicht characterisirt.

Corbula Keuperina **Quenst.** Auf Sandstein-Platten.

2) Fische.

Semionotus Bergeri **Ag.** Im „Semionotus-Sandstein."

3) Saurier.

Capitosaurus robustus **v. Mey.** (*Mastodonsaurus robustus* **Quenst.**) Im grünen Keupersandstein.

Belodon Kapfii **v. Mey.** } Im Stubensandstein.
Belodon Plieningeri **v. Mey.** }

Zanclodon laevis **Plien.** Aus dem oberen Keupermergel, über dem Stubensandstein, einen förmlichen Horizont bildend.

Fährten von Sauriern, an die Hessberger Vorkommnisse erinnernd, finden sich im mittlen Keupersandstein der Gegend von Stuttgart.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der Keuper-Gruppe.

In Coburg, wo wie erwähnt der Name Keuper zuerst gebraucht wurde, dürfte derselbe eine Mächtigkeit von 300 Metern erreichen. **K. v. Schauroth** gibt folgende Gliederung:

3. Oberer Keuper. Lockere Sandsteine, zu Gruss zerfallend, dolomitische, harte Kalksteine und insbesondere grobkörnige, weisse Sandsteine, (Stubensandsteine).

2. Mittler Keuper. Rothe und grüne, thonige Mergel, zuweilen mit Gyps-Einlagerungen.

Grünlicher, feinkörniger Sandstein (Bausandstein von Coburg) mit Pflanzen- und Fischresten (*Semionotus*).

Grüne und rothe Mergel, mit Zwischenlagen von thonigem Kalk und Dolomit; zuweilen Gyps.

1. Unterer Keuper. Schilfsandstein, 0,5—4 Mtr. mächtig.

Thonige Mergel mit schwachen Sandstein-Schichten und mit Gyps, welcher bald dünne Lagen, bald ellipsoidische Partien bildet und zu grösseren, stockförmigen Massen anschwillt. Weiss, grau, röthlich; in letzteren vollständig ausgebildete Quarz-Krystalle.

Ein sehr interessantes und detaillirtes Profil der Keuper-Gruppe des Steigerwaldes theilte **Fr. Nies** mit.

6. Semionotus-Sandstein.

5. Bunte Letten mit einzelnen Steinmergel-Bänken; 30,01 Mtr.
4. Schilfsandstein mit einzelnen Letten-Bänken, etwa 6,44 Mtr.
3. Bunte Letten mit Gyps und einzelnen Steinmergel-Bänken; 148,17 Mtr.
2. Bleiglanz-Bank (Steinmergel mit Bleiglanz), Schichten der ***Myophoria Raibliana;*** 0,28 Mtr.
1. Gyps und bunte Letten; 33,10 Mtr.

Fr. Nies bemerkt: dass über dem Semionotus-Sandstein und unter dem echten Stubensandsteine der Bamberger Gegend noch eine andere Sandstein-Etage mit Steinsalz-Pseudomorphosen vorhanden.

Im nachbarlichen schwäbisch-fränkischen Kreise gliedert sich der Keuper nach **Gümbel:**

Obere Stufe oder Belodon-Schichten.

c) Rothe Lettenschiefer, Schichten des ***Zanclodon laevis;*** 80 F. M.
b) Stubensandstein oder ***Belodon Kapfii***-Schicht; weisse grobkörnige Sandsteine mit Putzen von Gagatkohle und riesigen Saurier-Knochen; bis zu 200 F. M.
a) Coburger Bausandstein oder Schichten des ***Semionotus Bergeri;*** 120 bis 150 F. M.

Untere Stufe oder Gypskeuper.

d) Lehrberger Schicht; dolomitische Steinmergel 1—$1^1/_2$ F. M.
c) Berggyps-Schichten; Letten und Mergel mit Einlagerungen von Gyps; 60—80 F.
b) Grünlichgrauer Schilfsandstein oder Bausandstein, mit ***Equisetites arenaceus, Pterophyllum Jaegeri, Voltzia Coburgensis.*** 30 F.
a) Grundgyps-Schichten oder Schichten der ***Myophoria Raibliana.*** 150 F. M.

Keuper-Formation in Schwaben, nach **Quenstedt.**

Grobkörnige, weisse Sandsteine (sog. Stubensandsteine), mit Thonen wechsellagernd. Gagat-Kohle in Nestern. Bis zu 60 F. mächtig.

Buntschäckige Mergel, in welchen sich der „krystallisirte Sandstein" ausscheidet, mit Thierfährten und Wellenschlägen, eine ausgezeichnete Uferbildung.

Grüner Sandstein, Bausandstein oder Schilfsandstein. Bis zu 50 F. mächtig.

Mergel und Gyps in vielfachem Wechsel, zusammen bis zu 150 F. mächtig.

Lettenkohle und Keuper in den Alpen.

Von der grossen Verbreitung derselben in den Alpen war bereits die Rede. Die Verhältnisse sind aber hier ganz andere. Gesteine, Mächtigkeit und organische Reste derselben sind verschieden. Kalksteine und Dolomite, welche in den ausser alpinen Gebieten Deutschlands mehr eine untergeordnete Rolle spielen, treten hier vorwaltend und in erstaunlicher Mächtigkeit auf, zu Gebirgsmassen von vielen tausend Fuss anschwellend. Von den Leitfossilien trifft man nur wenige; namentlich ist die Fauna eine ganz andere. Daher die grosse Schwierigkeit in den Alpen überhaupt nur zu erkennen, was Lettenkohle, was Keuper und diese Namen für petrographisch und paläontologisch ganz verschiedene Bildungen zu gebrauchen, daher

auch die Nothwendigkeit andere, meist auf Oertlichkeiten gegründete Benennungen einzuführen, wie dies von den Alpen-Geologen geschehen ist. Die Schwierigkeit geologischer Untersuchungen in den Alpen wird noch gesteigert durch den häufigen, raschen Wechsel der Gesteine und Faunen. Kalke und Dolomite, Schiefer und Sandsteine — bemerkt **Benecke** — liegen oft in kurzen Entfernungen in demselben Niveau; Brachiopoden-Faunen wechseln mit Cephalopoden-Faunen und diese machen wieder wahren Lumachellen von Gastropoden und Pelecypoden Platz.

Von den Versteinerungen.

Unter den Pflanzen sind ihrer Häufigkeit in manchen Gegenden wegen bemerkenswerth gewisse Meeres-Pflanzen, die Bactryllien, kleine wohl zu den Stückelalgen gehörige Körper. *Bactryllium Schmidii* **Heer** in Bündten, am Vorarlberg'schen, namentlich am Virgloria-Pass ganze Platten bedeckend. Auch *Bactryllium Meriani* **Heer** ist häufig in den untersten Schichten der alpinen Keuper-Gebilde. Von den aus nicht alpinen Gebieten bekannten Pflanzen ist *Equisetites arenaceus*, einige Arten der Gattung *Pterophyllum* und besonders *Voltzia Coburgensis* zu nennen.

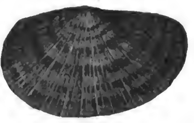
Der bekannteste Fundort von Pflanzen in der oberen Trias der Alpen ist bei Raibl in Kärnthen. Dieselben kommen daselbst in den schwarzen Schiefern vor und zeigen oft eine täuschende Aehnlichkeit mit den Pflanzen im Mansfelder Kupferschiefer; sie erscheinen als sehr zarte Abdrücke oder sind in Anthracit umgewandelt. Offenbar waren sie einem starken Druck ausgesetzt, weil Blattstiele und Stengel so dünn. Während in der Lettenkohle und im Keuper ausserhalb der Alpen die Equisetaceen dominiren, an sie sich die Farne und Cycadeen reihen, dann erst die Coniferen folgen, ist — nach den Untersuchungen von **Schenk** — *Voltzia Coburgensis* die herrschende Pflanze; dann *Pterophyllum giganteum, P. Sandbergeri* und *Cyatheites pachyrhachis.* Die Fauna ist, wie bemerkt, eine fast ganz andere, fremdartige; aber eine sehr reiche, selbständige und entschieden pelagische. Ein Hauptcharacter derselben liegt im Auftreten der Cephalopoden, insbesondere der Ammoniten und gewisser hochgethürmter Gastropoden. Höhere Thiere sind vorzugsweise nur durch Fische repräsentirt.

Aus der grossen Zahl der Fossilien seien hier nur einige besonders wichtige genannt:

Foraminiferen. *Dactylopora annulata* **Schafh.** Diese riesige Foraminifere ist von ausserordentlicher Verbreitung in Kalksteinen und Dolomiten der Alpen, sie findet sich von einem Ende der Alpen bis zum andern auf den beiden Kalknebenzonen im „Wettersteinkalk."

Brachiopoden. *Spiriferina gregaria* **Süss.** Sehr häufig in den „Cardita-Schichten."

Pelecypoden. *Halobia Lommeli* **Wissm.** Durch ihre grosse horizontale und vertikale Verbreitung ausgezeichnet, in den tiefsten Schichten auftretend, dann in den „Hallstatter Kalken."



Halobia Lommeli.

Halobia rugosa **Gümb.** In den Schichten von St. Cassian.

Myophoria Raibliana **Boué** *(M. Kefersteini* **Münst).** Ist für die „Raibler Schichten" bezeichnend und eine der wenigen Leitmuscheln, denen man in den nicht alpinen Gebieten, in der „Bleiglanz-Bank" begegnet.

Cardita crenata **Goldf.** Sehr verbreitet; Leitmuschel in den Schichten von St. Cassian.

Ostrea monotis caprilis **Klipst.** In den Cassianer Schichten.

Corbula Rosthorni **Boué.** Daselbst.

Monotis salinaria **Br.** In den Hallstatter Kalken ganze Bänke bildend.



Megalodus triqueter.

Megalodus triqueter **Gümb.** Die weit verbreitete „Dachstein-Bivalve", meist als Steinkern vorkommend, Leitmuschel des Dachsteinkalkes.

Gastropoden. *Chemnitzia gradata* **Hörn.** und *Ch. Escheri* **Hörn.** In den Wettersteinkalken.

Rissoa alpina **Gümb.** Diese kleine Gastropode ist sehr häufig im Dachsteinkalk.

Cephalopoden. Unter ihnen zumal die Gattung *Ammonites*, von welcher einzelne Arten sogar gewisse Schichten-Gruppen characterisiren. *Ammonites Metternichii* **v. Hauer** in der unteren Hälfte der Hallstatter Schichten leitend, während *A. Aon* **Münst.**, *A. triadicus* **Mojs.** für das höhere Niveau, *A. floridus* **Wulf.** für die Cassianer Schichten bezeichnend.

Fische finden sich hauptsächlich: 1) in den Asphaltschiefern von Seefeld in Tyrol, welche den obersten Zonen (Dachsteinkalk) angehören. Die zum Theil ansehnlichen Fische gehören wenigen Arten an: *Lepidotus ornatus* **Ag.**, *Eugnathus insignis* **Kner**, *Semionotus latus* **Ag.**, *Pholidophorus dorsatus* **Ag.** u. a — 2) In den bituminösen Schiefern von Raibl, die etwas älter sind. **Kner** hat 9 Arten beschrieben, unter denen *Pholidopleurus* **Br.** und *Belonorhynchus striolatus* **Br.** die häufigsten. (Die Raibler Schiefer unterscheiden sich von den Seefeldern durch schwärzere Farbe, grössere Härte.) Auffallend ist, dass nach **Kner** Raibl und Seefeld keine einzige Art gemein haben.

Ueber die Gliederung der Trias-Bildungen in den Alpen hat neuerdings **E. v. Mojsisovics** eine vortreffliche Arbeit geliefert*), aus welcher das Nachstehende entnommen.

1. Norische Alpen (Salzkammergut).

Dachsteinkalk, wegen seiner Entwickelung im Dachsteingebirge, südlich von Hallstatt; dolomitischer Kalk von weisser, grauer, gelber Farbe. Hauptleitfossil *Megalodus triqueter; Rissoa alpina.*

Wettersteinkalk, reiner Kalk, dolomitisch, in Dolomit übergehend, weiss, roth oder gelb. Enthält hauptsächlich Korallen, Gasteropoden.

Schichtengruppe des *Ammonites Aon*, durch Petrefactenreichthum ausgezeichnet, zumal an Cephalopoden; *Am. floridus, triadicus. Halobia Lommeli.*

Schichtengruppe des *Ammonites Metternichii* der Hallstatter Kalke . . *Monotis salinaria.*

Zlambacher Schichten. c) Dunkle Mergel, stellenweise Einlagerungen

---

*) Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt 1869. XIX. S. 91 ff.

von Gyps. b) Mergel und Mergelkalke. a) Knollige, dem Wellenkalk ähnliche Kalke. (Zlambach-Graben beim Hallstatter See.),
Reichenhaller Kalk und Steinsalzlager.
Partnachdolomit.
Pötschenkalk, Hornstein führende Kalke. *Halobia Lommeli*. An der Pötschenwand bei Aussee.

2. Tyroler Alpen im N. des Inn.
Seefelder Dolomit. Bituminöse, dolomitische Mergelschiefer bei Seefeld unfern Innsbruck; mit Fisch-Resten.
Wettersteinkalk, mit *Chemnitzia Rosthorni*.
Cardita-Schichten; mit *Cardita crenata*. Schichten mit Lettenkohlen-Pflanzen. — Schichten mit *Halobia rugosa*.
Fossilfreie Kalke und Dolomite.
Haselgebirge von Hall und Reichenhaller Kalk.
Partnach-Mergel; Lettenkohlen-Pflanzen; Halobia Lommeli in knolligen, kieseligen Bänken.

3. Lombardische Alpen.
Kalke und Dolomite mit *Megalodus triqueter*.
Kalk von Esino: dolomitische Kalksteine und Dolomite, besonders mit Gastropoden: *Chemnitzia gradata, Ch. Escheri*. Bei Esino ö. vom Comersee.
Schichten von Gorno und Dossena; dünngeschichtete, graue Kalksteine, Mergelschiefer, Sandsteine; auch Gyps. *Myophoria Raibliana*.
Kalkbänke mit Ammoniten.
Ardesekalk, grauer, dolomitischer Kalk, bei Ardese eine mächtige Gebirgskette bildend. *Ammonites Metternichii*.
Tuffe mit *Bactryllium* und *Halobia Lommeli*.

4. Südtyroler Alpen.
Kalkstein, mehrere tausend Fuss mächtig, mit *Megalodus triqueter;* Dachsteinkalk.
Torer Schichten, d. h. Aequivalent der dünnschichtigen Kalke vom Torer Sattel bei Raibl.
Schlern-Dolomit, Hauptmasse des Schlern bei Botzen, am Langkofel 4000 F. mächtig.
St. Cassian-Schichten. Sandige Mergel mit eingelagerten, oft oolithischen Kalken; *Cardita crenata* Hauptleitfossil, daher „Cardita-Schichten." Darunter Schichten mit *Halobia rugosa* und *Ammonites floridus*.

Die „Schichten von St. Cassian" haben seit langer Zeit wegen des Reichthumes und der Mannigfaltigkeit ihrer organischen Reste die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und vielfach Beschreibung und Deutung erfahren. Die neueste und vollständigste Arbeit hat **G. Laube** geliefert. Nach seiner Ansicht stellt sich die Fauna von St. Cassian als eine Uferfauna oder Korallen-Facies dar. Zahlreiche Cidariten, Krinoiden, uferbewohnende Brachiopoden, unzählige Gasteropoden, verhältnissmässig wenig Pelecypoden, die wohl für ihre Entwickelung kein günstiges Terrain fanden. Besonders bezeichnend sind gewisse Jugendformen von Cephalopoden. Das Terrain von St. Cassian dürfte eine durch Korallen-Bänke geschützte Bucht von nicht bedeutender Tiefe gewesen sein.

Wengener Schichten, bei Wengen unfern St. Cassian; bituminöse Kalkschichten und Tuffe. *Halobia Lommeli* ganze Bänke mit ihren Schalen erfüllend. Lettenkohlen-Pflanzen.
Kalk- und Dolomitmassen.
Kieselige Bänke mit *Halobia Lommeli.*

5. Kärnthner Alpen.
Plattenkalke mit *Megalodus triqueter,* entspricht dem Dachsteinkalk.
Torer Schichten, dünnschichtige Kalke, mit *Corbula Rosthorni,* reich an Petrefacten.
Dolomit, wahrscheinlich Aequivalent des Wettersteinkalk.
Schichten mit *Myophoria Raibliana;* „taube Schiefer", fossilarme Schiefer.
Fisch-Schiefer von Raibl: *Am. Aon, A. triadicus* (bezeichnende Arten des Hallstätter Kalkes) Lettenkohlen-Pflanzen.
Erzführende Kalke von Raibl.
Sog. doleritische Tuffe; Lettenkohlen-Pflanzen.

6. Oesterreichische Alpen.
Kalkstein, bis 2 oder 3000 F. mächtig, mit *Megalodus triqueter,* „Dachsteinkalk."
Opponitzer Dolomit (bei Opponitz unfern Maidhofen) grauer bis 1000 F. mächtiger Dolomit.
Opponitzer Schichten, dünnschichtige Kalksteine mit *Cardita crenata.*
Lunzer Schichten, bei Lunz unweit Maidhofen. Schieferthone mit Flötzen von Steinkohle, feinkörnige Sandsteine; Lettenkohlen-Pflanzen.
Rheingrabner Schiefer, dunkle Mergelschiefer, *Am. floridus, Halobia rugosa.*
Aon-Schiefer mit *Am. Aon, Halobia Lommeli;* Lettenkohlen-Pflanzen.
Kieselige Bänke mit *Halobia Lommeli.*

E. v. Mojsisovics bringt die unter der rhätischen Gruppe befindlichen Gebilde der oberen Trias in zwei grössere Stufen, deren untere er als norische Stufe, deren obere er als karnische Stufe bezeichnet.

Um für die Versteinerungen führenden Schichten-Gruppen der norischen Stufe besondere Bezeichnungen zu gewinnen, fasst **v. Mojsisovics** die zwischen Kalk- und Dolomitmassen einerseits und dem Muschelkalk anderseits befindlichen Schichten als Oenische Gruppe zusammen (von Oenus, der Inn); die zwischen dem Partnach-Dolomit einerseits und der karnischen Stufe vorkommenden Schichten als halorische Stufe (Haloren hiessen die celtischen Stämme, die einst im jetzigen Salzkammergut Salzbergbau trieben).

Das tiefste Glied der norischen Stufe wird, wie **v. Mojsisovics** bemerkt, von zweierlei Arten von Sedimenten zusammengesetzt. An der Basis wechsellagern, dem Muschelkalk ähnliche Kalksteine, die *Halobia Lommeli* enthalten, mit schieferigen Lagen. Dann schalten sich höher Sandsteine mit Lettenkohlen-Pflanzen ein, in den Mergeln treten vereinzelte Typen der Cassianer Fauna auf, die Kalksteine werden lichter, dolomitischer. Es finden Einschaltungen mechanischer Sedimente zwischen die pelagischen Kalke statt. In den österreichischen Alpen, am Südrande des böhmischen Festlandes hören alle Niederschläge auf. Erst die karnischen Gewässer setzen wieder Gesteine ab. Es folgen die fossilarmen Kalke und Dolomite. — Die karnische

Stufe zeichnet sich durch Beständigkeit und weite Verbreitung ihrer Glieder aus. Sie beginnt im grösseren Theil der Alpen mit mergeligen Schichten, die entweder Lettenkohlen-Pflanzen führen oder von Sandsteinen mit solchen überlagert werden. Wie an der Basis der norischen Stufe wiederholt sich die Einschaltung mechanischer Sedimente. Im Salzkammergut tritt nach Ablagerung der Schichten des *Am. Aon* eine Unterbrechung der Absätze ein. Am Rande des böhmischen Massivs, in den österreichischen Alpen erlangen über den genannten Schichten die Lettenkohlen-Sandsteine (Lunzer Schichten) ihre grösste Mächtigkeit in den Alpen: es kommt zur Bildung von abbauwürdigen Flötzen. — Gegen das Ende der karnischen Stufe erscheinen in einigen Gegenden der Alpen, wie in den Dolomiten von Seefeld und Plattenkalken, die der rhätischen Stufe vorangehen, neben den Fisch-Resten mechanisch herbeigeführte Landpflanzen. **E. v. Mojsisovics** bringt die karnische Stufe in zwei Abtheilungen; eine untere, die Badiotische Gruppe (Badioten heissen die romanischen Bewohner der Umgegend von St. Cassian) und eine obere, larische Gruppe (von Lacus Larius). Die obere Trias der Alpen gruppirt sich demnach in folgender Weise:

C. Rhätische Stufe im Hangenden.

B. Karnische Stufe.
- 2. Larische Gruppe; ihr gehören an zumal die Dolomite von Schlern, Opponitz, Seefeld, Wetterstein und Dachsteinkalk.
- 1. Badiotische Gruppe; dahin namentlich die Hallstatter Kalke, Wenger Schiefer, Raibler Fisch-Schiefer, Lunzer Schichten, Schichten von St. Cassian, die Schichten mit *Myophoria Raibliana* von Raibl.

A. Norische Stufe.
- 2. Halorische Gruppe: Salzlager des Salzkammergutes, Haselgebirge von Hall, Zlambach-Schichten, Schichten des *Am. Metternichii*.
- 1. Oenische Gruppe: Pötschenkalk, untere Halobien Schichten von Wengen, Tuffe von Raibl.

In den litoralen Regionen des obertriadischen alpinen Meeresbeckens existiren demnach, wie **v. Mojsisovics** am Schluss seiner Betrachtungen hervorhebt, ganz ähnlich wie im Gebiete der Lettenkohle und des Keupers, dieselben Typen mit geringen zeitlichen Differenzen während der Dauer der oberen Trias bis zum Beginn der larischen Gruppe. Zweimal an der Basis der norischen und an der Basis der karnischen Stufe verbreiten sich mechanische Sedimente nahezu über das ganze Gebiet der alpinen Trias; beide male treten die eingreifendsten Veränderungen der pelagischen Faunen ein.

Der oberen Trias mit ihrer reichen und selbständigen Fauna, wie sie in den Alpen entwickelt, begegnen wir auch in anderen Weltgegenden; im Himalaya, in Neuseeland, Californien mit einer auffallenden Uebereinstimmung der Leitfossilien. (Um nur eines Beispieles zu gedenken: *Halobia Lommeli* ist auf Neuseeland nachgewiesen, aus Ostindien, Californien, Neu-Caledonien). Die ausserordentliche Verbreitung der oberen Trias in dem alpinen Typus lässt diesen als die eigentliche, normale Entwickelung auffassen; die andere, wie in unseren deutschen Gebieten mehr als eine beschränkte, örtliche Standbildung.

Vorkommen von Steinsalz in der oberen Trias ist wohl ausschliesslich an deren untere, der Lettenkohlen-Gruppe entsprechende

Etage geknüpft. Dasselbe findet sich in den Alpen, im Salzkammergut; bei Bex in der Schweiz; bei Moutiers in der Tarentaise; Vic in Lothringen und namentlich in England.

Im Salzkammergut, bei Aussee, Hallstatt, Ischl, Hallein bildet das Steinsalz ansehnliche Lager. Es lassen sich zwei Regionen dieser Lager unterscheiden: eine obere, sog. Anhydrit-Region, bestehend aus grauen Mergelthonen mit schwach vertheiltem Steinsalz und aus Anhydrit; eine untere Polyhalit-Region, in welcher grössere Massen reinen Steinsalzes, begleitet von Polyhalit und dunklen Mergeln auftreten. — Bei Hall in Tyrol, bei Berchtesgaden erscheint das Steinsalz im sog. Haselgebirge, das einem etwas höheren Niveau angehört als die Salzlager des Salzkammergutes Das Haselgebirge besteht aus einem grauen Thon, in welchem das Steinsalz in Adern, Nestern oder fein vertheilt vorkommt, begleitet von Gyps und Anhydrit, der zumal im Hangenden erscheint. — Bei Bex, der einzigen Saline der Schweizer Alpen, ist das Steinsalz in Anhydrit und in einem Thonschieferartigen Gestein theils fein eingemengt, theils bildet es Adern und Nester. — Bei Vic und Dieuze in Lothringen sind zahlreiche Steinsalz-Lager bekannt, begleitet von Salzthon, Gyps, Anhydrit. — In England, in Cheshire und Lancashire erreicht das Steinsalz führende, aus rothen Thonen und Gyps bestehende Gebirge eine Mächtigkeit von 1000 bis 1500 F. Die bedeutendsten Steinsalz-Lager finden sich bei Northwich (eines bis zu 100 F. mächtig), mehrere bei Lawton, eines bis 70 F. mächtig.

Vorkommen von Steinkohle. Jene unreinen, lettenreichen und meist durch Eisenkies verunreinigten Kohlenschichten, welche von **Voigt** als Lettenkohle bezeichnet wurden, haben sich wohl selten bauwürdig erwiesen; sie finden sich z. B. bei Schweinfurt am Main, bei Mattstedt unfern Weimar, Tennstädt, Arnstadt u. a. O. in Thüringen und in Franken; in Schwaben bei Gaildorf, am Kocher, Löchgau u. a. O.; in Lothringen, in der Schweiz am Rütihard und Passwang im Canton Solothurn. Grössere Mächtigkeit erlangen die Keuperkohlen-Flötze in Polen, bei Siewierz, wo ein 50 Zoll mächtiges und ein sogar 80 Zoll mächtiges Flötz abgebaut wird. — Bauwürdige Kohlenflötze kommen ferner in den österreichischen Voralpen bei Lunz vor, in Sandstein, welcher Lettenkohlen-Pflanzen führt. Der bedeutendste Bergbau auf diese Kohlen wird nach **Foetterle** bei Lilienfeld betrieben, wo 3 Flötze von 1 bis 8, sogar bis 16 F. Mächtigkeit bekannt; ferner bei Raisenmarkt, Tradigist, am Rehberg bei Lunz.

3) Rhätische-Gruppe *).

(Schichten der *Avicula contorta;* Gervillien-Schichten, Kössener Schichten, nach ihrer Entwickelung bei Kössen, unfern Kufstein in Tyrol; Bone-bed-Gruppe, d. h. Knochen-Schichten.)

Verbreitung: im südwestlichen Deutschland, in Württemberg bei Täbingen, unfern Balingen, in den Umgebungen von Stuttgart, bei Nürtingen, Esslingen; bei Langenbrücken und Adelhausen bei Lörrach in Baden; in Franken bei Bamberg, Baireuth; im Coburgischen, bei Braunschweig, in der Umgegend von Hildesheim,

---

*) Eine eingehende Schilderung der rhätischen Gruppe gibt die Schrift von **A. v. Dittmar:** die Contorta-Zone, ihre Verbreitung und ihre organischen Einflüsse. München 1864.

Hannover und von Göttingen. In Oberschlesien bei Goslau, Wilmsdorf, Matzdorf u. a. O. In der Schweiz bei Basel, im Canton Aargau. In Frankreich im Dep. der Haute Saone, der Franche comté, in den Meurthe-, Mosel- und Maas-Gegenden, in Luxemburg und Belgien. In England in Dorsetshire, Gloucestershire, im nordöstlichen Irland, in Schweden in Schonen. — Grossartig ist die Verbreitung in den Alpen, von welcher weiter die Rede sein soll.

Die Gesteine der rhätischen Gruppe in den deutschen und anderen (ausseralpinen) Gebieten werden hauptsächlich von einem weissen oder gelblichen, harten Sandstein gebildet und von Schieferthonen, die oft etwas sandig oder glimmerig. Besonders bezeichnend ist aber für einige deutsche und Schweizer-Gebiete und England jene eigenthümliche Breccie, das sog. Bonebed, welches zuerst in England durch **Strickland** bei Coombehill entdeckt wurde: eine oft nur wenige Zoll mächtige Schicht, in der Zähne und Schuppen von Fischen, Knochen-Trümmer von Reptilien, Coprolithen durch Sandstein oder Mergel fest verkittet sind. Durch seinen Reichthum an Coprolithen ist zumal das Bonebed bei Niederschönthal unfern Basel ausgezeichnet. Die Coprolithen liegen hier in einem Dolomitmergel, werden von Knochen-Resten, Fisch-Zähnen und Schuppen, von Eisenkies und Quarz-Theilchen begleitet. Die Analyse eines tiefschwarzen Coprolithen durch **Flückiger** ergab:

Kohlens. Kalk	3,16
Eisenoxyd und Thonerde	8,59
Schwefels. Kalk	8,43
Phosphors. Kalk	51,31
Phosphors. Magnesia	5,48
Phosphors Eisenoxyd	16,13
Quarzsand	4,83
Wasser und Organisches	0,89
	98,82.

Von den Versteinerungen der rhätischen Gruppe.

Pflanzen sind bis jetzt nur in einigen Gegenden nachgewiesen, während sie anderen gänzlich fehlen. Es treten auf Equisetaceen, Farnkräuter, Cycadeen und Coniferen. — Unter den thierischen Resten walten Mollusken vor, und unter diesen die Pelecypoden, besonders Avicula contorta. Auch Fische und Saurier kommen vor.

Pflanzen finden sich besonders in Franken bei Veitlahm unfern Culmbach, Theta bei Bayreuth; bei Basel; in Norddeutschland bei Seinstedt, Helmstedt u. a. O.; in Oberschlesien; Hoer in Schweden

Die Flora des fränkischen Rhät hat durch **Schenk** eine umfassende Schilderung gefunden*). *Palissya Braunii* **Endl.** ist die verbreitetste Pflanze; diese Abietinee ist besonders in den sog. „Palissyen-Sandsteinen" häufig. *Zamites*

*) Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden 1867. Mit XLV Tf.

distans **Presl.**, diese Cycadee steht an Häufigkeit der vorigen kaum nach: ebenso *Equisetetites Münsteri* **Sternb.** (auch bei Basel). — Von weiteren Pflanzen des fränkischen Rhät seien ausser diesen drei verbreitetsten noch erwähnt: *Calamites Lehmannianus* **Göpp.**, *Asplenites Roesserti*, *Taeniopteris Münsteri*, *Thaumatopteris Brauniana*, *Nilssonia acuminata*, *Nilssonia polymorpha*, *Coniopteris Braunii*, *Chlathropteris Münsteriana*, *Dictyophyllum acutilobum*, *Sagenopteris rhoifolia*, *Palaeoxyris Münsteri*; *Pterophyllum Braunianum*, *Pt. Münsteri* und *Pt. inconstans*.

Im norddeutschen Rhät, bei Seinstedt u. a. O., finden sich im Sandstein nach **Brauns** besonders: *Calamites Lehmannianus* **Göpp.**, *Calamites Hoerensis* **His.**, *Equisetites Münsteri* **Sternb.**, *Asplenites Ottonis* **Göpp.**, *Dictyophyllum acutilobum* **Braun**, *Chlathropteris Münsteriana* **Presl.**, *Tainiopteris Münsteri* **Göpp.**, *Pterophyllum Münsteri* **Presl.**

Die Thone und Mergel der Gegend von Goslau, Matzdorf u. a. O. in Oberschlesien enthalten Nieren von Sphärosideriten die Landpflanzen einschliessen, unter welchen am häufigsten nach **Ferd. Roemer:** *Aspidites Ottonis* **Schenk.**, *Pterophyllum Oeynhausianum* **Göpp.**

Die Flora des Rhät steht in keinem Zusammenhang mit jener des Keupers: denn sie besitzen keine gemeinsamen Arten. Es nähert sich aber die rhätische Flora der liassischen: sie haben gewisse Arten gemein. Mit dem Rhät beginnt aber eine Entwickelungs-Stufe der Pflanzen-Welt, welche mit dem Wealden ihren Abschluss erhält.

Unter den thierischen Resten der rhätischen Gruppe seien folgende als für die ausser alpinen Gebiete bezeichnenden genannt:

1) Pelecypoden.

Avicula contorta **Portl.** *(Cassianella contorta.)* Die Hauptleitmuschel, nach welcher die Benennung „Schichten der Avicula contorta."

Gervillia praecursor **Quenst.** und *G. inflata* **Schafh.**, bei Seinstedt häufig.

Mytilus minutus **Goldf.** *(Modiola minuta.)* Sehr verbreitet.

Cardium Rhaeticum **Mer.**

Isodonta praecursor **Schlönb.** und *I. Ewaldi* **Born.** *(Schizodus cloacinus.)*

Anoplophora postera **Fraas.**

2) Fische.

Sargodon tomicus **Plien.**
Acrodus minimus **Ag.**
Hybodus minor **Ag.**
Saurichthys costatus **Münst.**
Saurichthys acuminatus **Ag.**
} Hauptsächlich Zähne und Schuppen im Bonebed.

3) Saurier.

Fragmente von Knochen, Wirbel und Zähne von Sauriern werden im Bonebed getroffen, seltener grössere und gut erhaltene Reste, wie z. B. von *Gresslyosaurus ingens* **Rütim.**, dessen riesige Gebeine im Schönthal bei Liestal ausgegraben wurden. *Termatosaurus Albertii* **Plien.** und *Megalosaurus cloacinus* **Quenst.** zumal im württembergischen Bonebed.

(Als merkwürdige Vorkommnisse seien hier die Zähnchen eines beutelthierartigen Säugethieres erwähnt, welche **Plieninger** auf den Fildern bei Stuttgart

auffand und *Microlestes antiquus* nannte. Ein ähnliches Thier wurde durch **Dawkins** in England entdeckt: *Hypsiprymnopsis Rhaeticus.* Es repräsentiren dieselben die ältesten Säugethiere.)

Die Mollusken- und Wirbelthier-Fauna des Rhät schliesst sich mehr an jene der Trias, wie an die des Lias an.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der rhätischen Gruppe.

Bei Esslingen in Württemberg; nach **Oppel:**

Blauliche Thone, etwa 7 Zoll mächtig.

Hellgrauer Sandstein mit *Avicula contorta, Mytilus minutus* und mit Wirbelthier-Resten; 8 F. mächtig.

Hellgrauer glimmeriger Thon mit Kohlen-Resten; 6 Zoll.

Gelbe harte Sandsteine; 6 F.

In Franken nach **Gümbel:**

Gelbe, dünnschichtige Sandsteine mit Thonstreifen voll *Cardinia;* bis $1^1/_2$ F.

Rauher Sandstein mit Geoden mit *Sargodon tomicus, Hybodus cloacinus* (Bonebed) bis 4 Zoll m.

Lettenschiefer; oberes fränkisches Pflanzenlager von Theta u. a. O., bis $2^1/_2$ F. mächtig.

Gelber oder weisser grobkörniger Sandstein mit Kohlenputzen und Saurier-Knochen; 1—8 F. mächtig.

Fetter Schieferthon voll Pflanzenresten; mittleres fränkisches Pflanzenlager von Veitlahm; bis 6 F. mächtig.

Hauptsandstein-Bänke, gelblichweiss, bis 10 F. mächtig.

Lettenschiefer, unteres fränkisches Pflanzenlager von Jägersburg; bis $1^1/_2$ F. mächtig.

Sandstein, 16—18 F. mächtig.

Am kleinen Hagen unweit Göttingen, nach **Pflücker von Rico:**

Gelbgrauer Thonsandstein 0,65 Mtr. mächtig.

Bröckliche Schieferthone 0,15 Mtr. mächtig.

Grauer Thonsandstein 0,40 Mtr. mächtig.

Schieferthone 0,20 Mtr. mächtig.

Knochenschicht; fester, grauer, quarziger Sandstein, mit vielen Fischzähnen und Schuppen 0,10 Mt. mächtig.

Fettiger Schieferthon 0,20 Mtr. mächtig.

Thonsandstein 0,85 Mtr. mächtig

Rothbrauner Schieferthon 0,20 Mtr. mächtig.

Thonsandstein mit Schieferthon 0,30 Mtr. mächtig.

Fettiger Schieferthon 0,05 Mtr. mächtig.

Knochenschicht; brauner Sandstein durch Eisenoxydhydrat cämentirt, mit vielen Fischzähnen und Schuppen 0,05 Mtr. mächtig.

Grauer und rother Schieferthon 0,2 Mtr. mächtig.

Im Allgemeinen dürfte sich für die Entwickelung der rhätischen Gruppe in den verschiedenen Gebieten von Deutschland ein zweifacher Typus geltend machen. In den mittel- und norddeutschen, wo das Rhät auch durch ansehnliche Mächtigkeit (bis zu 250 F.) ausgezeichnet, lässt sich eine untere Sandstein-Gruppe unterscheiden,

die zumal bei Seinstedt entwickelt und durch Pflanzen-Reichthum ausgezeichnet, sog. Pflanzen-Rhät; und eine obere aus Thonen und Mergeln bestehende mit vielen Muscheln, welche **Pflücker v. Rico** als „Protocardien-Rhät bezeichnet. — In Franken ist nach **Gümbel** im südwestlichen Theil eine schwäbische Facies mit muschelführenden Gesteins-Bänken entwickelt, im nordöstlichen Theil eine fränkische Facies mit Pflanzen führenden Schichten. Zwischen beiden steht eine Mittelfacies, innerhalb deren Verbreitung (Hesselberg-Weissenburg) eine wenig mächtige, oft Eisenkies führende Breccie den Thiere- und Pflanzen führenden Schichten-Complex vertritt und welche **Gümbel** als „Mittelfacies" bezeichnet.

Im Aargauer Jura findet sich das Bonebed nach **Mösch** an der Ergolz, südlich von Basel-Augst. Ferner an mehreren Orten im Canton Basel; am Ergolzufer im Schönthal bei Liestal, beim Gruth gegen Muttenz, bei der Schwengi und beim Lauwylerberg.

In Oberschlesien, nach **Ferd. Roemer:**

2) Dünnschichtige, glimmerige weisse Sandsteine und Thone, in einer Mächtigkeit von 60—80 F., mit Estheria minuta, mit Lagen von Thoneisenstein. (Sog. Hellewalder Estherien-Schichten, bei der Colonie Hellewald unweit Landsberg u. a. O.)

1) Röthliche und graue Thone und Mergel mit Sphärosiderit, Knollen und Pflanzen-Resten; sog. Wilmsdorfer Schichten.

Die rhätische Gruppe in den Alpen.

Verbreitung. Wie die übrigen Glieder der oberen Trias, so besitzt auch das Rhät in den Alpen eine ausserordentliche Verbreitung und Mächtigkeit. Die letztere nimmt im Allgemeinen gegen Osten zu; denn während sie im Vorarlbergischen und dem Rhätikongebirge nicht viel über 40 F. erreicht, steigt sie bei Kössen schon zu einigen 100 F., wächst in den lombardischen Alpen zu 1000 F. an. — Die Verbreitung des Rhät am Nordrande der Alpen, zwischen dem 27. und 34. Längengrade dürfte sich, nach **Süss**, auf mehr denn 100 geographische Meilen belaufen.

Gesteine. Wie durch seine Mächtigkeit wird das alpine Rhät auch durch seine Gesteine characterisirt. Kalkstein ist weitaus herrschend und kalkiger Mergel mit fast gänzlichem Ausschluss von Sandstein.

Versteinerungen. Während gewisse Gebiete des ausser alpinen Rhät durch Landpflanzen und Reichthum an solchen characterisirt werden, ist für das alpine das Vorkommen von Meerespflanzen und überhaupt Armuth an Pflanzen bezeichnend. Es sind einige Algen, nach **Gümbel** ***Chondrites maculatus, Ch. Rhaeticus, Ch. vermicularis, Caulerpites rugosus,*** die vorkommen, so wie ***Bactryllium striolatum.***

Was die thierischen Reste betrifft, so tritt im alpinen Rhät deren grössere Mannigfaltigkeit hervor. Es finden sich verschiedenene Arten von Korallen: ***Lithodendron, Thamnastraea,*** die oft korallenreiche Schichten bilden: unter den Mollusken erscheinen neben den in allen ausser alpinen Gebieten dominirenden Pelecypoden noch Brachiopoden, Gasteropoden und Cephalopoden. Unter den besonders häufigen Mollusken seien genannnt: von Brachiopoden ***Terebratula gregaria*** **Süss** und ***T. Schafhäutli*** **Stopp.**, von Pelecypoden: ***Avicula contorta, Gervillia inflata, Cardium rhaeticum, C. austriacum*** **v. Hauer**, ***Pecten Valoniensis*** **Defr.**, ***Mytilus minutus, Plicatula intusstriata*** **Emmr.**

Beispiel von der Gliederung.

In der Nähe des Comer See lässt die rhätische Gruppe nach **A. v. Dittmar** folgende Gliederung wahrnehmen:

(Hangendes: Liaskalk.)

Dunkelgrauer Mergel mit kleinen Muscheln, *Avicula contorta*, *Cardium rhaeticum*, *C. austriacum*.

Grauer Kalkstein.

Ungeschichteter Kalk, etwa 20 F. mächtig.

Kalkbänke mit Mergel; *Gervillia inflata*.

Kalkbänke mit Terebrateln; *Terebr. Schafhäutli*.

Dunkelgrauer Kalk und Mergelschiefer; *Avicula contorta*, *Plicatula intusstriata*.

Ungeschichteter Kalk mit Korallen.

Schiefer und Mergel.

Massiger Kalk mit Korallen; bis zu 100 F. mächtig.

Schwarze Mergel mit *Avicula contorta*.

Mächtige Kalke.

Schiefer und Kalk, wechsellagernd.

Grauer Fels, bis 6 F. mächtig.

Schwarze Schiefer mit Kalkknollen mit *Gerv. inflata*; 6—8 F. mächtig.

Kalkstein.

Schwarze Schiefer mit *Avicula contorta*, *C. rhaeticum*, *C. austriacum*; 5 F. mächtig.

Kalkstein, 16 F. mächtig.

Schwarze Schiefer, 8 F. mächtig.

Schwärzlicher Kalkstein, bis 50 F. mächtig.

Schwarze Schiefer mit *Bactryllium striolatum*.

Schwärzlicher Kalk mit *Gerv. inflata*, mehr als 1000 F. mächtig.

(Liegendes: Hauptdolomit.)

Von dem sog. Bonebed der rhätischen Gruppe war früher kein Vorkommen im ganzen Alpen-Gebiete bekannt. **Favre** hat dasselbe, durch viele Knochenreste characterisirt, auf der Grenze von Keuper-Gyps und Lias bei Matringe im Chablais, **Vallet** aber in Maurienne auf dem linken Ufer der Arc nachgewiesen.

II. Jura-Formationen.

In geologischer Beziehung versteht man unter Jura eine Reihenfolge von Formationen, welche das Jura-Gebirge zusammensetzen, aber auch in anderen Gebirgen und Gegenden vorkommen*). Dieselben zerfallen in drei Abtheilungen oder Gruppen, nämlich in:

*) Für die Jura-Formationen vergl. „die Jura-Formationen Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands von **Alb. Oppel.** 1858; der Jura von **F. A. Quenstedt.** 1858."

3) eine obere, Malm-Formation oder weisser Jura;
2) eine mittlere, Dogger-Formation oder brauner Jura;
1) eine untere, Lias-Formation oder schwarzer Jura.

1) Lias-Formation,
unterer oder schwarzer Jura.

Der Name Lias stammt aus England, wo in Somersetshire die einzelnen Lagen (layers) der thonigen Kalke so benannt wurden; die Bezeichnung schwarzer Jura wurde von **L. v. Buch** wegen der in vielen (besonders deutschen) Gebieten häufigen dunklen Farbe der Gesteine gegeben.

Verbreitung der Lias-Formation.

In Württemberg am Fusse der schwäbischen Alp, bei Boll, Degerloch, Ellwangen u. a. O.; in Baden als schmaler Streifen am südöstlichen Abfall des Schwarzwaldes, im Klettgau und Breisgau; bei Langenbrücken; in Bayern in Franken; im Coburgischen, Hildesheimischen, Thüringen, Braunschweig, am Harzrande. In der Schweiz findet sich Lias oft als Saum der Jura-Kette in den Cantonen Basel, Schaffhausen, Bern, Aargau, Neufchatel: im französischen Jura in den Dep. Haute Saone, Côte d'Or, Doubs, in der Normandie. In England in Yorkshire, Dorsetshire, Somersetshire, Gloucestershire.

Gesteine der Lias-Formation.

Die Lias besteht aus Kalksteinen, Thonen und Schieferthonen, aus Mergeln, Mergelschiefern und aus Sandsteinen.

Kalkstein (Liaskalk). Im Allgemeinen dicht, von muscheligem Bruch und dunklen Farben: grau, schwärzlichgrau bis schwarz. Die Kalksteine sind selten rein, sondern enthalten häufig Thon, bituminöse Stoffe, Eisenkies, auch Phosphorsäure.

Es lassen sich folgende Abänderungen unterscheiden:

Bituminöser Kalk (Stinkkalk). Schwärzlichgrau, beim Zerschlagen oft bituminösen Geruch entwickelnd; enthält Eisenkies fein eingesprengt, auf Klüften und in kleinen Höhlungen Erdöl.

Chemische Zus. eines bituminösen Kalkes von Moritzberg in Franken nach **Reinsch:** 70,235 kohlensaurer Kalk, 8,653 kohlensaure Magnesia, 4,555 Kieselsäure, 0,373 Eisenoxyd, 16,284 organische Substanz und Wasser. S. = 100,00.

Thoniger Kalk (Mergelkalk). Von hellerer Farbe: grau bis graulichbraun; zähe, beim Anhauchen oft Thon-Geruch gebend.

Chemische Zus. eines Mergelkalkes mit Am. Jamesoni aus dem mittlen Lias von Boll (1) und eines Mergelkalkes aus dem obersten Lias mit Am. Jurensis (2) nach **M. Neumayr** *):

---

*) Ueber zahlreiche Liasgesteine Württembergs hat **M. Neumayr** eine vortreffliche Arbeit geliefert, aus welcher die im Nachfolgenden mitgetheilten Analysen entnommen. (Vergl. Petrographische Studien im mittleren und oberen Lias Württembergs. (Württemb. naturw. Jahreshefte XXIV.)

	1.	2.
Kohlens. Kalk	75,25	78,98
Kohlens. Magnesia	0,17	0,50
Kohlens. Eisenoxydul	1,52	4,83
Eisenoxyd	3,96	1,17
Eisenkies	0,90	—
Thon	17,48	14,07
Wasser und Organisches	0,72	—
	100,00	99,55.

Sandkalk. Nicht selten erscheinen Kalksteine, die Körnchen von Quarz mehr oder weniger reichlich enthalten und oft in kalkige Sandsteine übergehen.

Die Kalksteine des Lias finden sich theils in mächtigen Bänken durch Zwischenlagen von Thon oder Mergel getrennt, theils bilden sie letzteren Gesteinen eingeschaltete Schichten; oder sie treten, zumal die sog. Stinksteine, in Sphäroiden, Knollen in den Mergelschiefern oder Thonen auf.

Thon und Schieferthon (Liasschiefer), von grauer und schwärzlicher Farbe. Chem. Zus. eines kiesreichen Schieferthons des mittlen Lias (1), bituminösen Schieferthons des oberen Lias mit Pflanzenresten (2) und eines an Fischschuppen, Coprolithen reichen Schiefers (3), beide von Boll nach **Neumayr:**

	1.	2.	3.
Kohlens. Kalk	9,27	21,94	49,92
Kohlens. Magnesia	0,51	0,55	2,74
Schwefels. Kalk	9,35	2,41	0,75
Thonerde und Eisenoxyd	4,23	4,38	2,11
Phosphors. Eisenoxyd	—	—	0,68
Eisenkies	3,79	2,16	6,88
Thon	73,90	61,31	28,57
Wasser, Organisches	7,95	7,25	8,35
	100,00	100,00	100,00.

Mergel, oft mit bedeutendem Kalkgehalt, sog. Kalkmergel und Mergelschiefer, Chem. Zus. eines Kalkmergels der Gegend von Erlangen nach **Reinsch** (1) und eines zähen, tiefschwarzen Mergelschiefers des oberen Lias von Boll (2) nach **Neumayr:**

	1.	2.
Kohlens. Kalk	5,120	28,68
Kohlens. Magnesia	2,127	1,02
Schwefels. Kalk	—	2,94
Thonerde	3,004	2,27 (Thonerde und Eisenoxyd)
Eisenoxyd	8,563	
Phosphors. Eisenoxyd	—	0,23
Eisenkies	—	2,71
Thon	74,225	34,23
Wasser	6,959	und Organisches 27,90
	99,998	100,00

Der bituminöse Mergelschiefer, der sog. Tafelfleins, der an der schwäbischen Alp vielfach zu Tischplatten und dergleichen verwendet wird, ist nach **Neumayr** das an organischer Substanz reichste Liasgestein, welches derselbe untersuchte.

Tutenmergel (Nagelkalk). Die Kalkmergel-Masse verbindet viele kegelförmige Concretionen von schaliger Absonderung, deren breitere Enden gleich den Köpfen von Nägeln aus der Gesteinsmasse hervorragen. Bildet stets nur dünne, wenige Zoll mächtige Schichten; in Württemberg bei Degerloch, Tübingen, Wasseralfingen; Oestringen in Baden; bei Goslar am Harz; Whitby, Yorkshire.

Sandstein. (Liassandstein) Nach der Beschaffenheit des Bindemittels, des Kornes und der Farbe verschiedene Sandsteine kommen vor, besonders in der unteren Abtheilung. Kalkiger Sandstein. Hellfarbige, gelblichbraune Sandsteine, mit reichlichem kalkigem Bindemittel, welches oft über 25 % beträgt. Chem. Zus. eines Sandsteines von Marloffstein in Franken nach **Reinsch:** 75,017 Kieselsäure, 8,140 kohlensaure Kalkerde, 3,122 kohlensaure Magnesia, 7,719 Eisenoxydul, 6,000 Wasser. S. = 99,998. Solche Sandsteine sind z. B. in Württemberg, in Franken verbreitet; sie zerfallen, indem ihr Bindemittel, der Kalk weggeführt wird, zu Sand-Ablagerungen.

Quarziger Sandstein. Fein- bis grobkörnige, weisse bis hellgelbe Sandsteine, mit quarzigem Bindemittel. Im nordwestlichen Deutschland, im Luxemburgischen.

Mineral-Vorkommnisse im Lias. Unter diesen verdient zumal Eisenkies, thoniger Phosphorit, oolithisches Eisenerz Erwähnung.

Eisenkies ist in dem Lias eine häufige Erscheinung. In den von **Neumayr** untersuchten Gesteinen fand sich stets ein Gehalt von Eisenkies, der bis zu 0,43 herabsinkt, aber auch öfter 3,6—3,9 beträgt, sogar bis zu 6,88 ansteigt. Der in manchen Liasgesteinen nachgewiesene Gehalt von schwefelsaurem Kalk rührt ohne Zweifel von der Zersetzung des Eisenkies her. Ausserdem kommt Eisenkies noch in den Schiefern und Kalken in Knollen vor; **Neumayr** glaubt, dass solche durch die sich zersetzenden Reste eines schalenlosen Thieres veranlasst sein können, weil bei verkiesten Ammoniten oft die Stelle der Wohnkammer ein unförmlicher Eisenkies-Knollen einnimmt, während sonst nur die Schale, nicht auch das Innere der Luftkammer verkiest ist. Als Vererzungs-Mittel spielt Eisenkies im Lias eine häufige Rolle, zumal von Ammoniten, nicht von Belemniten; bemerkenswerth ist, wie zumal in gewissen Zonen solche Verkiesungen getroffen werden.

Thoniger Phosphorit stellt sich in der Form von Knollen und Geoden zumal in Franken und Schwaben ein. Sie scheinen, wie **Gümbel** bemerkt, vorzugsweise an die Thon- und Mergelbildungen geknüpft. Schon in den tiefsten Schichten des Lias beginnen dieselben, werden aber in den Schichten des Am. margaritatus am reichlichsten getroffen. **Neumayr,** welcher den Phosphorsäure-Gehalt einiger Geoden aus dem fränkischen Lias untersuchte, fand in einer aus den „Radiansmergeln" von Selmaittach 23,78 % und in einer aus den „Margaritatus-Thonen" von Staffelstein 26,35 %.

Oolithisches Eisenerz, den Liassandsteinen oder auch den Schiefern eingeschaltete Flötze bildend: bei Helmstedt, Harburg, bei Echte.

Gliederung der Lias-Formation.

Wo die Lias-Formation vollständig entwickelt, lassen sich drei Abtheilungen unterscheiden, jedoch nur vermittelst der Leitfossilien, denn die Gesteins-Beschaffenheit des Lias in seinen verschiedenen Verbreitungs-

Gebieten ist eine sehr wechselnde, so dass auf die petrographischen Verhältnisse allein der Versuch einer Gliederung sich nicht stützen kann.

3. Oberer Lias. Kalkmergel, bituminöse Mergelschiefer mit Lagen oder Nieren von Kalkstein.

2. Mittler Lias. Kalkmergel und Thone walten vor.

1. Unterer Lias. Thone und Schieferthone, bituminöse Kalksteine, kalkige und thonige Sandsteine.

Den Lias in Frankreich (Burgund, Normandie u. a. O.) bringt **d' Orbigny** ebenfalls in drei Abtheilungen, nämlich

3. Etage toarcien. (Oberer Lias.) Name nach dem Vorkommen bei Thours.
2. Etage liasien. (Mittler Lias.)
3. Etage Sinemurien. (Unterer Lias.) Nach dem Vorkommen bei Sémur.

Von den Versteinerungen des Lias.

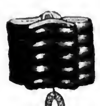
Unter den Pflanzen sind als von allgemeiner Verbreitung nur Meerespflanzen zu nennen, Fucoiden; die Gattungen Sphaerococcites und Chondrites.

Ausserdem werden in einigen Gegenden, als lokale Vorkommnisse Landpflanzen getroffen, zumal im unteren Lias. Es sind Equisetaceen, Farnkräuter, Cycadeen und Coniferen. Vermittelst dieser schliesst sich die Flora des Lias an die des ausseralpinen Rhät an, mit welchem er sogar ein Paar Species gemein hat. Unter den Gegenden wo Landpflanzen im Lias nachgewiesen sind zu nennen Halberstadt und Hinterkley bei Quedlinburg; Schwaben; Steierdorf, Fünfkirchen in Oesterreich; bei Hollbach in Siebenbürgen. Whitby in Yorkshire (Coniferen), Lyme Regis in Dorsetshire (Cycadeen); die Schambelen im Aargau (hier Land- und Meerespflanzen zusammen). Als Beispiele einiger Vorkommnisse seien genannt: *Calamites Lehmannianus* **Göpp.** bei Deitersen. *Equisetites liasinus* **Heer;** Schambelen. *Dictyophyllum Nilssoni* **Presl.** Halberstadt. *Chlathropteris Münsteriana* **Presl.** Halberstadt, Hinterkley. *Phlebopteris polypodioides* **Heer.** Schambelen, England. *Taeniopteris asplenoides* **Ett.** bei Fünfkirchen, Steierdorf und bei Hollbach. *Pterophyllum (Dioonites) rigidum* **Andr.** und besonders *Palissya Braunii* **Endl.** bei Hollbach. *Araucarites peregrinus* **Lindl.** Schambelen, Schwaben, Whitby.

Die Fauna des Lias ist eine reiche und mannigfaltige. Die Pflanzenthiere werden besonders durch Krinoiden und diese durch die Gattung Pentacrinus vertreten. Die Mollusken hauptsächlich durch Brachiopoden mit Terebratula, Rhynchonella, Spirifer; die Pelecypoden durch Posidonomya, Gryphaea, Inoceramus, Lima, Pecten, Cardinia, während von Cephalopoden wieder Nautilus, ganz besonders aber Ammonites und Belemnites erscheinen. — Von höheren Thieren gewinnen Fische: Dapedius, Lepidotus, Tetragonolepis, Semionotus Bedeutung, von Reptilien die Saurier, zumal Ichthyosaurus und Plesiosaurus.

Da die drei Abtheilungen des Lias sehr scharf durch gewisse Petrefacten characterisirt werden, so möge eine gedrängte Uebersicht der wichtigsten Leitfossilien nach den drei Stockwerken folgen.

1) Unterer Lias.



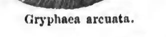

Pentacrinus tuberculatus.

Pentacrinus tuberculatus **Mill.** Der verbreitetste Pentacrinit in der Mitte des unteren Lias, die „Tuberculaten-Bank" bildend, oft ein vollständiges Conglomerat von Stielen und Hülfsarmen.

Pentacrinus scalaris **Goldf.** An der oberen Grenze des unteren Lias; zumal in Schwaben.

Pentacrinus Briareus **Mill.** Für England bezeichnend, zuweilen wohl erhaltene Kronen.

Spirifer Walcotti **Sow.** Allenthalben, zumal in der Mittelregion des unteren Lias.



Gryphaea arcuata.

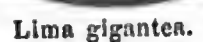
Gryphaea arcuata **Lam.** Eine der wichtigsten Leitmuscheln des unteren Lias, oft in unzähliger Menge, zumal in den Thonen und Kalken, aber seltener in den Sandsteinen.

Lima gigantea **Sow.** Ueberaus häufig, zumal in Schwaben, 6—8 Zoll gross.

Lima punctata **Sow.** Kleiner, mit stärkeren Radialstreifen.

Pecten textorius **Schloth.** Im Kalkstein.





Lima gigantea.



Ammonites Bucklandi.

Cardinia Listeri **Ag.** *(Thalassites Listeri* **Quenst.)** Schon in den tiefsten Schichten.

Cardinia concinna **Ag.** *(Thal. concinnus* **Quenst.)** In den Sandkalken.

Ammonites planorbis **Sow.** *(A. psilonotus* **Quenst.)** Der tiefste Ammonit; sehr schön und häufig in Schwaben und England, hier ganze Platten bedeckend (Somersetshire). Seltener in Franken, Aargau.

Ammonites angulatus **Schloth.** In Süddeutschland sehr häufig, seltener in England.

Ammonites Bucklandi **Sow.** Die durch ihn characterisirte „Bucklandi-Schicht" tritt in den verschiedensten Gegenden mit grosser Beständigkeit auf.

Ammonites Conybeari **Sow.** Begleiter des *Am. Bucklandi.*

Ammonites geometricus **Oppel.** Häufig. über *Am. Bucklandi.*

Ammonites obtusus **Sow.** *(A. Turneri* **Quenst.)** In einem bestimmten Horizont, die „Obtusus- oder Turneri-Thone“, bald verkalkt, bald verkiest.

Ammonites oxynotus **Quenst.** Bezeichnend für einen Horizont in der Oberregion des unteren Lias; oft verkiest.

Ammonites raricostatus **Ziet.** In der obersten Zone des unteren Lias, bald verkiest in den dunklen Thonen, bald verkalkt in den Mergelknollen darüber.

Nautilus aratus **Sow.** Im ganzen unteren Lias.

2) Mittler Lias.

Pentacrinus basaltiformis **Mill.** Sowohl in den „Numismalis-Mergeln“ als den „Margaritatus-Thonen.“

Pentacrinus subangularis **Mill.** Zumal in England.

Rhynchonella furcillata **Theod.** Häufig in Schwaben, aber klein.

Rhynchonella rimosa **Buch.** In Deutschland, England, Frankreich, Ostschweiz.

Rhynchonella variabilis **Schloth.** Kommt bereits, aber nicht so häufig, im unteren Lias vor.

Terebratula numismalis **Lam.** Untere Region des mittlen Lias, in den „Numismalis-Mergeln.“

Spirifer rostratus **Schloth.** Sehr bezeichnend für den mittlen Lias, nicht im unteren.

Pecten priscus **Schloth.** Häufig im unteren Theile.

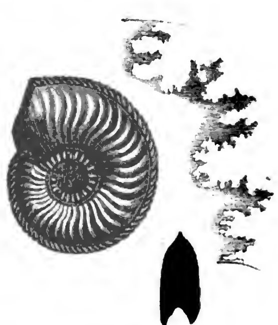
Pecten aequivalvis **Sow.** Sehr schön im Elsass, England.

Gryphaea cymbium **Lam.** In der Oberregion des mittlen Lias; grosse Individuen besonders: Burgund, Normandie.

Terebratula numismalis.

Plicatula spinosa **Sow.** Fehlt in Deutschland, England, Frankreich nirgends wo mittler Lias, geht aber noch in die tieferen Schichten des oberen.

Belemnites paxillosus **Schloth.** Der häufigste Belemnit des mittlen Lias in de Margaritatus-Schichten.



Ammonites margaritatus.

Belemnites clavatus **Schloth.** } Häufig, besonders in Schwaben.
Belemnites breviformis **Ziet.** }

Ammonites Jamesoni **Sow.** In der unteren Region sehr verbreitet.

Ammonites ibex **Quenst.** Meist über dem *A. Jamesoni.*

Ammonites Davoei **Sow.** Sehr bezeichnend für die Zone zwischen Am. ibex und Am. margaritatus, allenthalben.

Ammonites capricornus **Schloth.** Begleiter des A. Davoei, besonders in England.

Ammonites margaritatus **Montf.** *(A. amaltheus.)* Der häufigste Ammonit des mittlen Lias, verkalkt und verkiest.

Ammonites spinatus **Brug.** *(A. costatus* **Schloth.)** Oberregion des mittlen Lias. Verkalkt oder verkiest. Bei Altdorf in Bayern in rothen Geoden.

3) Oberer Lias.

Chondrites Bollensis **Kurr.** } Diese Fucoiden finden sich oft in den Schiefern,
Sphaerococcites granulatus **Br.** } den „Fucoidenschiefern oder Seegrasschiefern."

Pentacrinus Bollensis **Schloth.** Oft schön verkiest in den Posidonomyenschiefern bei Boll.

Pecten incrustatus **Defr.** *(P. paradoxus* **Münst.**) Sehr häufig in den Posidonomyenschiefern.



Posidonomya Bronni.

Posidonomya Bronni **Voltz.** Leitmuschel in den nach ihr benannten Schiefern.

Inoceramus dubius **Sow.** Begleiter derselben.

Avicula substriata **Ziet.** *(Monotis substriata* **Münst.)** In den Posidonomyenschiefern Frankens und Schwabens ganze Schichten erfüllend.

Belemnites irregularis **Schloth.** *(B. digitalis* **Ziet.)** An der Grenze zwischen den Posidonomyenschiefern und Jurensis-Schichten.

Belemnites clavatus **Blainv.** Auch im mittlen Lias.

Belemnites acuarius **Schloth.** Bezeichnend für die Posidonomyenschiefer.

Belemnites tripartitus **Schloth.** Im oberen Lias Schwabens, Frankens, Englands, Frankreichs.

Ammonites serpentinus **Rein.** Leitend für die untere Hälfte des oberen Lias, oft flachgedrückt: Boll, Altdorf.

Ammonites lythensis **Young.** }
Ammonites bifrons **Brug.** } Besonders in den Posidonomyenschiefern häufig.
Ammonites communis **Sow.** }

Ammonites jurensis **Ziet.** Bezeichnend für die oberste Zone des Lias, die „Jurensis-Mergel."

Ammonites radians **Rein.** Begleiter desselben.

Phylloceras heterophyllum **Zitt.**

(Von der durch den ganzen Jura verbreiteten, als *Ammonites heterophyllus* **Sow.** bezeichneten Art wurden später verschiedene Arten als *Am. tatricus, A. tortisulcatus* abgetrennt. Es zeigen nämlich gewisse durch mehrere Stufen laufende Ammoniten in ihren Anfangs- und Endgliedern so abweichende Merkmale ihrer Schale, dass sie, obwohl durch Uebergänge mit einander verbunden, sich in einzelne Arten zerlegen lassen. Die von **L. v. Buch** einst als Gruppe der Heterophyllen aufgestellten Ammoniten (durch flaches Gehäuse, grosse Mundöffnung, stark zertheilte Sättel characterisirt), als deren Repräsentant *A. heterophyllus* galt, ist nun von **Süss** als das Genus *Phylloceras* eingeführt. *Phyl. heterophyllum* ist nicht allein in Mitteleuropa,

in der Zone der *Pos. Bronni* sehr verbreitet, sondern auch im oberen Lias der Central-Apenninen, in den lombardischen Alpen sehr häufig.)

Loligo Bollensis (Belopeltis) **Ziet.** In den Posidonomyenschiefern.

Fische kommen in den Posidonomyenschiefern häufig und von besonderer Schönheit vor.

Lepidotus gigas **Ag.**, *L. Bronni* **Ag.**

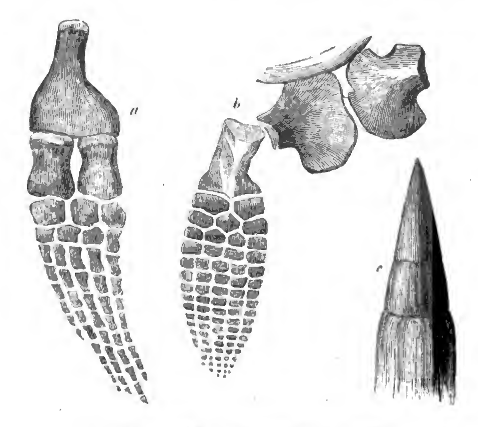
Ptycholepis Bollensis **Ag.**

Dapedius pholidotus **Ag.**

Pholidophorus germanicus **Quenst.**

Pachycormus Bollensis **Quenst.**

Saurier werden hauptsächlich durch den merkwürdigen *Ichthyosaurus* (Fischsaurier) vertreten. Sie besassen eine sehr verschiedene Länge von 5—40 Fuss, eidechsenartige Gestalt, mit langer spitzer Schnautze, kurzem Hals, grossen Augen. Zähne krokodilartig. Vier Flossenfüsse, zur Bewegung auf dem Lande ungeeignet. Lebten, gänzlich auf das Meer beschränkt, gesellig. Wirbel sind am häufigsten, dann



a) Linker Vorderfuss von Plesiosaurus macropterus.
b) Linker Vorderfuss von Ichthyosaurus.
c) Zahn von Ichthyosaurus communis.

Zähne, doch kennt man auch ganze Skelette. Die Umgebungen von Boll, Ohmden in Schwaben, Whitby in Yorkshire Fundorte. Etliche 12 Species, darunter: *Ichthyosaurus communis* **Conyb.** und *I. tenuirostris* **Conyb.** — *Plesiosaurus* (Meerdrache) Hals auffallend lang, schlangenartig, Kopf klein, Flossenfüsse lang. Die Plesiosauren, die bis 27 F Länge erreichten, lebten wahrscheinlich in seichten Meeren, an Flussmündungen. Man hat sie besonders in England getroffen, aber in verschiedenen Etagen des Lias. Es gibt mehrere Arten; so: *Plesiosaurus dolichodeirus* **Conyb.** — Endlich seien noch die schmalschnautzigen Krokodile des oberen Lias erwähnt, die Teleosaurier: *Mystriosaurus*, *Pelagosaurus*, *Macrospondylus*.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung des Lias.

Die schwäbische Lias, nach **Quenstedt.**

3. Oberer Lias.
   - ζ. Graue Kalksteinbank mit *Ammonites jurensis.*
   - ε. Lederartige Schiefer mit *Posidonomya Bronni*; zahlreiche Fisch-Reste, *Ichthyosaurus.* Der Schiefer enthält Stinkstein-Bänke.

2. Mittler Lias.
   - δ. Graue Kalke mit *Ammonites costatus* und grossen *Belemnites paxillosus* und dunkele Thone mit verkiesten Ammoniten, *Am. amaltheus.*
   - γ. Cementkalke mit *Ammonites Davoei* und graue Mergel mit *Terebratula numismalis*, vielen Belemniten und Bruckstücken verkiester Ammoniten.

1. Unterer Lias.
   - β. Thone mit verkiesten Ammoniten. *Am. Turneri.*
   - α. Sand- und Thonkalke. *Ammonites angulatus; Gryphaea arcuata.*

	Schwäbischer Lias, nach **Oppel.**			Klettgauer*) Lias, nach **L. Würtenberger.**
ζ.		Zone des *Ammonites jurensis*	60″	Jurensis-Mergel.
ε.	30′	Zone der *Posidonomya Bronni.*	210″	Posidonomyenschiefer.
δ.	100′	Zone des *Ammonites spinatus.*	30″	Schichten mit *A. spinatus.*
		Obere Zone des *Ammonites margaritatus.*		
		Untere Zone des *Ammonites margaritatus.*	24″	Schichten mit *A. margaritatus.*
		Zone des *Ammonites Davoei.*	16″	Schichten mit *A. Davoei.*
γ.		Zone des *Ammonites ibex.*		? Muscheltrümmer-Schicht mit *Rhynchonella curviceps.*
		Zone des *Ammonites Jamesoni.*	18″	
β.		Zone des *Amm. raricostatus.*		Schichten mit Rhynchonella ranina.
		Zone des *Amm. oxynotus.*	25″	
		Zone des *Am. obtusus.*	230″	Mergel mit *Am. planicosta.*
α.	20′	Zone des *Pentacrinus tuberculatus.*	20″	Oelschiefer mit *Monotis olifex.*
	80′	Zone des *Am. Bucklandi.*	80″	Arietenkalk.
	200′	Zone des *Am. angulatus.*	200″	Schichten mit *Am. angulatus.*
	40′	Zone des *Am. planorbis.*	40″	Schichten mit *Am. planorbis.*
	280′		96″	

*) Klettgau heist der in Baden südlich vom Randen, zwischen Rhein und Wutach gelegene Landstrich.

Im nordwestlichen Deutschland, nach **D. Brauns** *).

10. Mergel mit *Ammonites Germaini.* Graue, dünnschieferige Mergel, mit Eisenkies und Thoneisenstein, 8—10 M. mächtig; mit *Am. Germaini* **d'Orb.**, *jurensis, radians, Belemn. tripartitus.* Gegend von Hildesheim; bei Goslar.
9. Posidonomyenschiefer. Schiefer mit plattgedrückten Petrefacten und Zwischenlagen von Stinkstein mit besser erhaltenen Petrefacten. *Ammonites communis, Avicula substriata, Posidonomya Bronni, Inoceramus dubius.* Umgebungen der Hilsmulde, am n. Harzrande.
8. Amaltheen-Thone. Schwarze Thone, thonige Mergel, zuweilen mit kalkigen Bänken, öfter mit thonigen Sphärosideriten. Petrefacten verkiest in Knollen oder lose. Bis zu 80 M. Mächtigkeit erreichend. *Am. amaltheus, spinatus; Belemn. paxillosus.* Von Quedlinburg dem Harzrande entlang sehr verbreitet.
7. Schichten des *Ammonites Davoei.* Wechsellagernde Schichten von Kalk und Thon mit stärkeren Kalkbänken, bald nur thonige Gesteine. *Am. capricornus, A. Davoei.*
6. Schichten des *Ammonites centaurus.* Mergelbank mit Knollen, darunter Thone die bis 7. Mtr. mächtig. *Am. centaurus* **d'Orb.**, *A. capricornus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.*
5. Schichten des *Ammonites Jamesoni.* Graugelbe, oolithische Mergelkalke, darunter oolithische Eisensteine. *Am. Jamesoni, A. brevispina* und *A. armatus.* Am Teutoburger Wald, Markoldendorfer Mulde.
4. Schichten des *Ammonites ziphus.* Sehr mächtige Thone mit Kalk- und Eisenstein-Bänken. Bis zu 70 Mtr. mächtig. *Am. ziphus* durch die ganze Schichtenreihe gehend, *A. raricostatus* in der oberen, *A. planicosta* in der unteren Abtheilung. Harzburg, Salzgitter u. a. O.
3. Arieten-Schichten. Mergelige und thonige Lagen, mit festen kalkigen Zwischenbänken. *Am. bisulcatus* **Brug.** und *A. obliquecostatus* **Ziet.** Die herrschenden Ammoniten; *Avicula inaequivalvis, Rhynchonella variabilis.* Bei Ohrsleben petrefactenreiche Schichten.
2. Angulaten-Schichten. Thone mit Kalkbänken; in letzteren besonders *Am. angulatus; Cardinia Listeri.*
1. Psilonoten-Schichten. Sandsteine und Sandmergel, bei Helmstedt etwa 10 Mtr. mächtig. *Am. planorbis (-psilonotus).*

Im Canton Aargau, nach **Casimir Mösch.**

6. Jurensis-Schichten. Graue, schüttige Mergel, bis 4 Mtr. mächtig; zuweilen mit einem Belemniten-Lager endigend. — *Am. jurensis, radians, Germaini; Bel. longisulcatus, B. tripartitus.* Am Schmiedeberg bei Böttstein.
5. Liasschiefer mit harten Stinkstein-Lagen. *Chondrites Bollensis, Posidonomya Bronni, Inoceramus dubius, Am. communis, Bel. acuarius, Leptolepis Bronni, Ichthyosaurus*-Reste. — Von Rietheim bis an die Ergolz.
4. Margaritatus-Schichten (Amaltheen-Thone). Graue Thonkalke. *Am. spinatus, Am. margaritatus.* Bei Frick, Staffelegg.
3. Numismalis-Schichten. Graue Thonkalke, reich an Petrefacten, nur bis 2 Mtr. mächtig. *Terebratula numismalis.* Ittenthal, Frick, Staffelegg u. a. O.
2. Arieten- oder Gryphitenkalk Blaugraue, bituminöse Kalksteine, 2—6 Mtr. mächtig. Reich an Petrefacten, besonders: *Pentacrinus tuberculatus, Rhyn-*

*) Der untere Jura im nordwestlichen Deutschland. 1871.

chonella variabilis, Spirifer Walcotti, Gryphaea arcuata, A. Bucklandi. Namentlich im Tafelland des n. Aargau entwickelt.

1. Insecten-Mergel. Blaugrau, voll Glimmer-Blättchen; die Insecten-Mergel umfassen die Zone des *Am. planorbis.* An der Schambelen bei Mülligen reich an Thierresten, bei Gansingen Pflanzen.

(Die Insecten-Mergel der Schambelen bei Mülligen mit ihren mannigfachen Resten hat bekanntlich **Heer** eingehend geschildert. Die Pflanzen sind theils meerische Fucoiden, theils Landpflanzen: Equisetaceen, Farnkräuter, Cycadeen, Coniferen. Ebenso sind die Thiere theils Meeresbewohner: Strahlthiere, Mollusken, Krebse, Fische; theils Landthiere, eine ganze Insecten-Welt: Heuschrecken, Libellen, Käfer, Baumwanzen. Nach **Heer** war an den Schambelen eine ruhige Meeresbucht, durch ein Felsenriff vor den Wellenschlägen des offenen Meeres geschützt. Ein von der Schwarzwald-Insel fliessender Strom bildete brackisches Wasser; dann entstand durch allmählige Hebung des Bodens ein Süsswasser-See. — Auch England hat solche Insecten führende Schichten des Lias aufzuweisen. Eine selten über einen Fuss mächtige Lage in Gloucestershire enthält nach **Westwood** eine Menge von Insecten neben Süsswasser- und Meeres-Mollusken, Krebsen, Pflanzen.)

Lias in den Alpen der Ostschweiz, nach **Mösch.**

In den nordöstlichen Schweizeralpen zeigt der Lias eine bedeutende horizontale und vertikale Entwickelung in den Cant. St. Gallen und Glarus.

2. Posidonomyenschiefer sind mächtig entwickelt bei Walenstadt, am Klausenpass.
1. Planorbis-Horizont und Arietenkalk. Treten besonders in der Kette zwischen dem Sernfthal und dem Murgthal auf.

Lias in den östlichen Alpen.

3. Algäuschiefer, sog. Fleckenmergel. Graue, fleckige Kalkschiefer mit Einlagerungen von dunkelen Kalkstein. Enthalten Fucoiden (gleichen gewissen eocänen Flyschgesteinen), so wie *Am. margaritatus*, *Inoceramus Falgeri.* Im hinteren Algäu, nach **Gümbel,** in grosser Mächtigkeit.
2. Adnether Kalk; dunkelrother Kalk auf den Klüften mit rothem Thon, reich an Ammoniten. Bei Adneth unfern Hallein im Salzachthale.
1. Hierlatzkalk, rother, grauer oder geflammter Kalk, mit Ammoniten, Gasteropoden, Brachiopoden. Bei Hierlatz am s. Ende des Hallstatter Sees; durch Südbayern bis in Vorarlberg entwickelt.

Vorkommen von Steinkohle im Lias. Die sog. Pechkohle oder Gagat findet sich zuweilen in kleinen Schnüren, Streifen und Nestern, hauptsächlich zwischen den Posidonomyen-Schiefern; doch hat man solche auch im Sandstein und Kalkstein nachgewiesen.

Im Posidonomyen-Schiefer kommt Pechkohle bei Ubstadt und Langenbrücken in Baden vor, bei Ohmden, Boll, Bahlingen in Württemberg, Stetten, Hechingen, Hohenzollern; bei Whitby, Yorkshire. In Sandstein bei Hildesheim in Hannover, Helmstedt in Braunschweig; in Kalk bei Larzac im s. Frankreich. Alle diese Vorkommnisse sind jedoch keine bauwürdigen, während auf einige in den Alpen Bergbau betrieben wird. So namentlich bei Gresten, in den „Grestener Schichten“, am n. Rande der Kalkalpen-Zone findet sich im Liassandstein gute Kohle in mehreren Flötzen vor, bei Gresten 1—$1^1/_2$ F. mächtig, bei Grossraming 4 Flötze von $1^1/_2$ bis zu 8 F. mächtig. — Von grosser industrieller Bedeutung ist das Auftreten der Kohle im Liassandstein

von Fünfkirchen in Ungarn. Hier sind nach **Foetterle** 25 abbauwürdige Flötze mit einer Mächtigkeit von 3—12 F. vorhanden. Eine Steinkohle von vorzüglicher Qualität findet sich im Liassandstein bei Steierdorf im Banat, nach **Foetterle** 5 Flötze, das Hauptflötz 9—12 F. mächtig. Endlich ist noch das Vorkommen von Kohle im Liassandstein von Berszaska im Banat zu erwähnen, wo mehrere Flötze mit einer Mächtigkeit von 2—3 F. abgebaut werden.

2) Dogger-Formation,

mittler oder brauner Jura.

Der Name Dogger ist ursprünglich eine Benennung der Arbeiter in Yorkshire für gewisse Schichten des mittlen Jura, wurde aber später auf den ganzen mittlen Jura ausgedehnt. Der Name brauner Jura wegen der häufigen braunen Farbe der Gesteine. — Der Dogger findet sich in den meisten der bei Verbreitung des Lias angegebenen Gegenden.

Gesteine der Dogger-Formation.

Die vorwaltenden Gesteine der Dogger-Formation sind Thone, Sandsteine, Kalksteine und Oolithe.

Thone, von grauer oder brauner Farbe, bald mehr fettig, bald kalkig, bald sandig, gewinnen oft eine ansehnliche Verbreitung und Mächtigkeit.

Im südwestlichen Deutschland beginnt der Dogger mit solchen Thonen, welche alle früheren Thon-Ablagerungen der Jura-Formation an Mächtigkeit, welche bis zu 300 oder 400 Fuss geht, übertreffen. Sie sind in ihren tieferen Lagen reiner, nehmen nach oben Quarzsand und Muscovit-Schüppchen auf und gehen in Sandsteine über. Bezeichnend ist für dieselben der Mangel festerer, ihnen eingeschalteter Gesteins-Bänke mit Ausnahme einzelner, dünner Streifen von Nagelkalk; ferner Thoneisenstein-Nieren, die in harte Geoden gebackene Muscheln oft mit schneeweisser, perlmutterglänzender Schale enthalten.

Sandsteine, thonige, kalkige oder quarzige, von gelben oder braunen Farben. Eisenschüssige Sandsteine, durch Eisenoxydhydrat gefärbt, welches sich auch in feinen Streifen einstellt. Chem. Zus. eines solchen Sandsteines von Hezles in Franken, nach **Reinsch:** 84,582 Kieselsäure, 0,598 kohlensaure Magnesia, 13,545 Eisenoxyd, 1,271 Wasser. S. = 99,996.

Kalksteine. Es sind meist thonige Kalksteine, dicht, von grauer, blaulichgrauer Farbe, oft von ansehnlicher Härte. Chem. Zus. eines solchen von Badenweiler nach **Sandberger:** 88,37 kohlensaurer Kalk, 4,44 kohlensaure Magnesia, 2,79 kohlensaures Eisenoxydul, 0,11 Phosphorsäure, 3,23 Thon. S. = 98,94.

Nagelkalk bildet in den Thon-Ablagerungen einzelne Streifen oder platte rundliche Massen. Die Kegelformen oft sehr regelmässig.

Oolithe. Neben den gewöhnlichen Kalksteinen erlangen Oolithe oder oolithische Kalksteine eine grosse Verbreitung, daher auch die von Manchen für den Dogger gebrauchte Benennung „Oolithen-Gebirge."

Weisser Oolith. Hellfarbige, gelblich oder graulichweisse Kalkmasse mit der bekannten Oolith-Structur. Die einzelnen Kügelchen von der Grösse eines Hirse- bis Hanfkornes, oft so zahlreich, dass sie sich berühren. Chem. Zus. eines Ooliths von Gloucestershire, nach **Völkner:** 95,346 kohlensaure Kalkerde, 0,739 kohlensaure

Magnesia, 0,204 schwefelsaure Kalkerde, 1,422 Thonerde, 0,124 Phosphorsäure, 1,016 lösliche Kieselsäure, 0,533 Sand = 99,384; eines Ooliths von Badenweiler im Breisgau, nach **Sandberger:** 90,13 kohlensaure Kalkerde, 1,22 kohlensaure Magnesia, 1,36 Thonerde und Eisenoxyd, 0,67 löslicher Rückstand, 0,58 Bitumen, 6,15 Wasser. S. = 100,11. Oolithe besitzen besonders in Englands südlichem und mittleren Theile eine grosse Verbreitung; ferner in der Normandie bei Bayeux, im Breisgau in Baden, in Hannover, Schweiz, zumal Canton Basel.

Eisenoolith. In der durch Eisenoxyd roth gefärbten Grundmasse liegen Körner von Braun- oder Rotheisenerz Chem. Zus. eines Eisenooliths von Müllheim im Breisgau, nach **Sandberger:** 60,10 kohlensaurer Kalk, 15,23 Thon, 24,10 Eisenoxyd, 0,47 Phosphorsäure. S. = 99,90.

Im Breisgau, in Schwaben, in der Normandie, Schweiz.

Unter den wichtigeren Mineral-Vorkommnissen im Dogger verdienen Erwähnung: thoniger Knollenphosphorit, oolithisches Eisenerz und Thoneisenstein

Thoniger Phosphorit. **Gümbel** hat darauf aufmerksam gemacht, dass in der Jura-Formation es vorzugsweise zwei Horizonte gibt, in welchen sich die Knollen des thonigen Phosphorit reichlicher einstellen: die Margaritatus-Schichten des Lias und die oberste Stufe des Dogger, die „Ornaten-Thone.“ Ein besonders ergiebiger Fundort ist bei Auerbach in der Oberpfalz an der fränkischen Alb. Chem. Zus. des thonigen Phosphorit von da nach **Röttger:** 22,92 Phosphorsäure, 1,62 Schwefelsäure, 0,03 Chlor, 2,92 Fluor, 11,64 Kohlensäure, 44,22 Kalkerde, 0,77 Magnesia, 4,85 Eisenoxyd, 0,86 Eisenoxydul, 9,97 Unlösliches (Thon, Kieselsäure). S. = 99,80.

Oolithisches Eisenerz. In den Sandstein-Bänken der unteren Abtheilung des Dogger finden sich, besonders in Württemberg, Flötze, die aus pulverförmigem Rotheisenerz bestehen. Sie sind — so bemerkt **Quenstedt** — häufig kalkig und mit den nämlichen Muscheln erfüllt, wie die Sandsteine; wenn sie im unverritzten Gebirge liegen, von intensiv rother Farbe. Das Gefüge dieser Erzbänke ist überall von grosser Gleichmässigkeit. Es besteht aus feinen, gerundeten Körnern, die ohne Cäment an einander haften, bei der Verwitterung aber zu Pulver aus einander fallen, d. h. Pulver im vollen Sinn des Wortes, denn man bekommt keinen besseren Begriff, als wenn man sie mit den Körnern eines gut bereiteten Schiesspulvers vergleicht. Hauptfundort: Aalen, Wasseralfingen.

Thoneisenstein findet sich namentlich in den Thonen, in Nieren, Knollen oder kleinen Flötzen. Schlesien, Polen.

Eintheilung der Dogger-Formation.

Die Dogger-Formation, deren Kenntniss von England ausgeht, wird in drei Abtheilungen gebracht:

3) in eine obere, die Kelloway-Gruppe.

Der Name bezieht sich auf die Gegend von Kelloway in Wiltshire, weil dort diese Stufe sehr entwickelt.

2) In eine mittlere, die Bath-Gruppe; auch Bath-Oolith, Gross- oder Hauptoolith.

Der Name Bath-Gruppe nach dem Orte Bath in Wiltshire.

1) In eine untere, der Unteroolith.

Jede dieser drei Abtheilungen wird noch in weitere Unterabtheilungen gebracht.

Eine ähnliche Eintheilung gibt **d'Orbigny** für den französischen Dogger:

3) Etage Callovien entspricht der Kelloway-Gruppe;

2) Etage Bathonien der Bath-Gruppe;

1) Etage Bajocien entspricht dem Unteroolith, nach der typischen Entwickelung bei Bayeux in der Normandie.

Im Nachfolgenden sollen diese Namen für die drei Abtheilungen des Dogger gebraucht werden.

Von den Versteinerungen des Dogger.

Pflanzen sind im Dogger auf einzelne Gegenden beschränkt, fehlen anderen gänzlich. Es kommen sowohl Meeres- als Landpflanzen vor.

Die Meerespflanzen werden durch Fucoiden vertreten: *Chondrites, Caulerpites, Halymenites*. Im schwäbischen Dogger (brauner Jura β) in den sog. „Fucoiden-Platten" häufig, aber undeutlich. Durch Verbreitung im Oolith, vom Randen bis ins südliche Frankreich ist *Chondrites* oder *Zoophycus scoparius* **Thiol.** ausgezeichnet.

Landpflanzen sind Equisetaceen, Farnkräuter mit den Gattungen *Neuropteris, Alethopteris, Taeniopteris, Phlebopteris, Sphenopteris, Asplenites*; Cycadeen: *Zamites* und Coniferen: *Araucarites*. — Als Fundorte von Pflanzen sind beispielsweise zu nennen; Scarborough in Yorkshire, Brora in Sutherlandshire, Stonesfield in Gloucestershire; Valogne in der Normandie, Mamers im Sarthe-Dep., Morestel bei Lyon. Durch Pflanzen-Reichthum sind die Venetianer Alpen ausgezeichnet (Pernigotti im Veronesischen, Rotzo im Vicentinischen) wo in einem langen Zuge gelber oder grauer Kalke unter dem mittleren Oolith hauptsächlich Farnkräuter getroffen werden. Als einige Species von Landpflanzen seien genannt: *Equisetites Lehmannianus* **Göpp.** und *Asplenites Rösserti* **Schenk** die in den Schieferthonen Oberschlesiens beobachtet: so wie *Equisetum veronense* **Zign.** im untersten Dogger des Aargaus, am Walensee häufig vorkommend. *Phlebopteris contigua* **Lindl.** zu Brora, Sutherlandshire.

Unter den thierischen Resten des Doggers sind Korallen in einigen Gegenden, z. B. in Frankreich nachgewiesen, scheinen jedoch nicht an bestimmte Schichten gebunden. Echiniden werden in gewissen Gebieten, wie in der Schweiz, getroffen, während sie in anderen selten; ebenso Krinoiden. Unter den Brachiopoden sind zunächst wieder Terebratula und Rhynchonella von Bedeutung; die Pelecypoden treten mit vielen, an Arten reichen Gattungen auf, zumal: Ostrea, Trigonia, Pecten, Perna, Avicula, Lima, Nucula, Pholadomya u. a. Von Gastropoden gibt es einige Gattungen, die mit vielen Arten in gewissen Gegenden vorkommen, wie z. B. Pleurotomaria, Nerinea, während solche in anderen Gebieten selten. Die Cephalopoden-Gattungen Ammonites und Belemnites

erscheinen mit verschiedenen Arten; von **Gliederthieren** kommen **Krebse** und **Würmer** (**Serpula**) vor, von **Wirbelthieren**, aber lokal, **Fische**, **Saurier**, **Säugethiere**.

Aus der grossen Zahl der „Leitfossilien" sind folgende zu nennen mit dem Bemerken, dass manche darunter nur für gewisse Gebiete Leitmuscheln sind, in anderen fehlen. Sehr richtig sagt **Albr. Müller:** an die Spitze der einzelnen Zonen oder Etagen sollte man immer nur solche Species stellen, die sich allenthalben in grosser Menge wieder finden. — Es gehen auch nicht wenige Species im Dogger durch verschiedene Stufen.

1) Versteinerungen des Bajocien.

(Das Bajocien umfasst den englichen „inferior oolite" nebst „fullers earth"; den grösseren Theil von **Quenstedt's** braunem Jura von α bis einen Theil von ε; **Oppels's** Zonen des Am. torulosus aufwärts bis einschliesslich Am. Parkinsoni; nach **Mösch** die Opalinusthone bis einschliesslich den Hauptrogenstein.)

1) Krinoiden und Echiniden.

Pentacrinus Württembergicus **Opp.** Stielglieder an der Basis der Opalinusthone eine Breccie bildend; Boll, im Aargau.

Pentacrinus cristagalli **Qu.**

Rhabdocidaris anglosuevica **Opp.** Humphres.-Schichten des Aargau sehr häufig.

Clypeopygus sinuatus **Lesk.** In den „Sinuatus-Schichten" im Aargau.

Cidaris meandrina **Ag.** Hauptrogenstein im Aargau.

Echinobrissus Renggeri **Des.**
Holectypus depressus **Des.** } Ebenfalls; aber auch noch im Bathonien.

2) Brachiopoden.

Rhynchonella cynocephala **Rich.** In England an der Grenze zwischen Lias und Dogger vollständige Breccien bildend; ebenso an den Schambelen im Aargau; am Walensee.

Rhynchonella spinosa **Schl.** Sehr häufig; noch im Bathonien.

Terebratula perovalis **Sow.** England, Schwaben, nordwestliches Deutschland, Aargau.

Terebratula carinata **Lam.** England, Bayeux, Schwaben, Aargau.

Terebratula Meriani **Opp.** Schweiz; noch im Bathonien.

Terebratula fimbria **Sow.** Im Unteroolith Englands eine ganze Schicht bildend, den „Fimbria-Mergel"; im südalpinen Dogger sehr häufig. In Deutschland wohl kaum beobachtet.

3) Pelecypoden.

Ostrea explanata **Goldf.** Noch im Bathonien.

Ostrea acuminata **Sow.** Hauptrogenstein; Bathonien.

Ostrea Knorrii **Voltz.** Ebenfalls; aber seltener.

Ostrea Marshii **Sow.** Desgleichen.

Pecten pumilus **Lam.** *(personatus* **Ziet.).** } Murchisonae-Schichten, im
Pecten disciformis **Schübl.** *(demissus* **Phill.).** } oolithischen Eisenerz.

Avicula elegans **Mü.** Bezeichnend für die Murchisonae-Schichten.

Trigonia costata **Park.** Im ganzen Dogger (Parkinsoni-, Varians- und Macroceph.-Schichten)

Trigonia navis **Lam.** Leitmuschel da wo der Dogger mit Thonen beginnt: im südwestlichen und nordwestlichen Deutschland, Elsass; fehlt in der Schweiz.



Pecten pumilus.



Pecten disciformis.



Trigonia navis.

Nucula Hammeri **Defr.** Bezeichnend für die Opalinus-Thone.

Perna mytiloides **Lin.** Schwaben, nordwestliches Deutschland.

4) Gasteropoden.

Pleurotomaria granulata **Sow.** *(ornata* **Ziet.).** Wohl eine der verbreitetsten Gasteropoden; Schwaben, nordwestliches Deutschland, England. (Von der Gattung Pleurotomaria gibt es in einzelnen Gebieten — Somersetshire, Calvados — zahlreiche Arten.)

Trochus duplicatus **Sow.** Unterster Dogger.

5) Cephalopoden.

Ammonites torulosus **Schübl.** Leitmuschel für die unterste Zone im südwestlichen Deutschland; selten im nordwestlichen so wie in der Schweiz.





Ammonites opalinus.



Ammonites Murchisonae.



Belemnites giganteus.

Ammonites opalinus **Mand.** Sehr verbreitet in den Opalinus-Thonen Deutschlands, der Schweiz.

Ammonites Murchisonae **Sow.** In Deutschland und der Schweiz in den Sandsteinen uber den Opalinus-Thonen Leitmuschel.

Ammonites Sowerbyi **Mill.** Eine bestimmte Zone characterisirend; sehr häufig bei Wenzen.

Ammonites Humphriesianus **Sow.** Leitmuschel einer bestimmten Zone des Bajocien; zumal im nordwestlichen Deutschland, im Aargau

Ammonites Blagdeni **Sow.** Häufig im nordwestlichen Deutschland.

Ammonites Parkinsoni **Sow.** Der verbreitetste Ammonit im oberen Bajocien, in den „Parkinsoni-Schichten": noch im Bathonien.

Belemnites abbreviatus **Mill.** *(brevis* **Blainv.).** Der verbreitetste Belemnit der untersten Schichten.

Belemnites giganteus **Schl.** Begleiter des Am. Humphriesianus.

Belemnites canaliculatus **Schl.** Noch im Bathonien.

6) Anneliden.

Serpula. Verschiedene Arten dieses Röhrenwurmes sind sehr häufig; sie liefern den Beweis, dass die Muscheln lange auf dem Meeresgrunde liegen blieben.

Serpula lumbricalis **Schloth.** Sitzt in Menge auf Bel. giganteus oder auf Austern. Auch im Bathonien.

Serpula socialis **Goldf.** Gesellig; noch im Bathonien.

2) Versteinerungen des Bathonien.

(Das Bathonien umfasst den Stonesfield-Schiefer, den great Oolite, Bradfordthon, Forestmarble und Cornbrash in England; den oberen Theil von **Quenstedt's** braunem Jura ε; **Oppel's** Schichten der Terebratula digona und lagenalis; die Varians-Schichten von **Mösch.)**

Wie bereits bemerkt, treten eine Anzahl von Species, zumal von Brachiopoden und Austern schon im Bajocien auf.

1) Krinoiden.

Apiocrinus Parkinsoni **d'Orb.** England, Frankreich.

2) Echiniden.

Echinobrissus clunicularis **Blainv.**



Rhynchonella varians.

Holectypus depressus **Lesk.** *(Discoidea depr.* **Ag.)** Im Cornbrash von Basel, Aargau, Bern sehr verbreitet, in den sog. „Discoideen-Mergeln" **Merians.**

Clypeopygus Hugii **Ag.** Begleiter des vorigen.

3) Brachiopoden.

Rhynchonella varians **Schl.** Ausserordentlich häufig: nordwestliches und süd-

westliches Deutschland, im Breisgau und der Schweiz, vollständige Breccien bildend. „Ich kenne keine Versteinerung der ganzen Jura-Formation — sagt **Albr. Müller** — die an so zahlreichen Orten in solcher Menge der Individuen auftritt. Sie ist unbedingt die gemeinste Versteinerung in unserem Jura.“

Rhynchonella concinna **Sow.** England, Schweiz.

Rhynchonella Badensis **Opp.** Häufig im Cornbrash des Breisgau, Aargau.

Terebratula Fleischeri **Opp.** }
Terebratula diptycha **Opp.** } Desgleichen.

Terebratula lagenalis **Schl.** In England, Frankreich sehr häufig, auch im Breisgau; in der Schweiz seltener.

Terebratula digona **Sow.** Im Bradfordthon Englands sehr häufig, in Frankreich; fehlt in der Schweiz.

4) Pelecypoden.

Ostrea Knorrii **Ziet.** Sehr häufig mit Avicula echinata; z. B. im nordwestlichen Deutschland.

Pecten vagans **Sow.** Leitmuschel im Cornbrash; England, Frankreich (gross); Breisgau, (klein), Aargau.

Mytilus bipartitus **Sow.** Leitmuschel des Cornbrash in der Schweiz.

Lima Helvetica **Opp.** In Menge im Cornbrash im Breis- und Aargau.

Avicula echinata **Sow.** Massenhaft im nordwestlichen Deutschland.

Trigonia costata **Park.** Häufig im nordwestlichen Deutschland, in der Schweiz mit Holectypus depressus.

Pholadomya deltoidea **Sow.** Schweiz.

5) Cephalopoden.

Ammonites aspidoides **Opp.** Nach **Oppel** für die „Lagenalis-Bank“ bezeichnend im südwestlichen Deutschland; anderwärts selten, wie in der Schweiz.

Von höheren Thierresten verdienen als lokale Vorkommnisse jene aus dem Kalkschiefer von Stonesfield Erwähnung. 1) Von Fischen: *Ganodus Owenii* **Ag.**, *Strophodus magnus* **Ag.** und besonders *Pycnodus Bucklandi* **Ag.**, 2) von Sauriern *Megalosaurus Bucklandi* **Mant.** und 3) von Beutelthieren: *Amphitherium Prevosti* **Cuv.**, *A. Broderipii* **Ow.**, *Phascolotherium Bucklandi* **Brood.**, *Stereognathus oolithicus* **Ow.**

3) Versteinerungen des Callovien.

(Die englische Kelloway-Gruppe; Macrocephalen-Schichten und Ornaten Thone.)

Wie im Bathonien Brachiopoden eine bedeutende Rolle unter den Mollusken spielen, so hier die Cephalopoden.

Rhynchonella spathica **Sow.** }
Terebratula Geisingensis **Oppel.** } Macrocephalen-Schichten.

Terebratula pala **v. Buch.** Häufig in Frankreich in den obersten Schichten.

Ammonites macrocephalus **Schloth.** Leitmuschel in den Macrocephalen-Schichten“, einer der verbreitetsten und grössten Ammoniten im ganzen Dogger. Fig. s. fol. S.

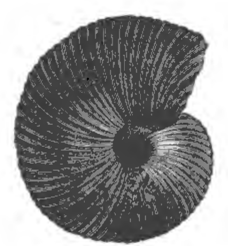
Ammonites ornatus **Schloth.** Leitmuschel in den „Ornaten-Thonen“, meist verkiest.

Unter den zahlreichen Ammoniten in den „Ornaten-Schichten“ sind noch zu nennen: *A. anceps* **Rein.**, *A. Jason* **Rein.**, *A. Lamberti* **Sow.**, *A. athleta* **Phill.**

Belemnites subhastatus **Ziet.** Macrocephalen-Schichten.

Belemnites hastatus **d'Orb.** Ornaten-Thone.

Mecochirus socialis **Mey.** Dieser kleine Krebs kommt bei Lautlingen und Oeschingen in Württemberg nicht selten, theils in flachgedrückten Exemplaren, theils in zollgrossen Geoden in den Ornaten-Thonen vor; auch im nordwestlichen Deutschland.



Ammonites macrocephalus.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung des Dogger.

Im südwestlichen England.

3. Kelloway-Gruppe.

Blätterige, bituminöse Thone mit Ammoniten, worunter *A. ornatus.*

Kelloway-Gestein; gelbe, sandige Kalksteine.

Thonige Schichten mit *Am. macrocephalus.*

2. Bath-Gruppe.

Cornbrash. Thone mit einzelnen Bänken eines harten, grauen, an der Oberfläche braunen Kalksteines, des „Cornbrash."

Forestmarble. Plattenförmige, muschelreiche Bänke grauen Kalksteines die als Marmor (marble) aus dem Wald (forest) von Wichwood vielfach verschliffen werden.

Bradford. Thon-Ablagerung nach der Gegend von Bradford in Wiltshire benannt.

Grossoolith. Muschelreiche, kalkige Sandsteine, bisweilen oolithisch; weisse oolithische Kalksteine; Sandsteine und Thone in einer Mächtigkeit von 40—120 Fuss.

Stonesfield-Schiefer. Kalk-Platten mit zahlreichen Versteinerungen, worunter Pflanzen, Fische, Saurier, Säugethiere.

1. Unteroolith.

Fullers-earth, d. h. Walkerde. Graue Thone bei Chippenham u. a. in Wiltshire, von wenigen Fussen bis zu 130 F. ansteigend.

Weisse, oolithische Kalksteine, Sand und Sandsteine, Thon und Kalksteine in einer Mächtigkeit von 50—200 F.

Dogger in Schwaben, nach **Quenstedt.**

ζ. Ornaten-Thone. Dunkelgraue Thone mit kleinen Nieren von Kalkmergel und verkiesten Ammoniten, worunter *A. ornatus, athleta, anceps, Jason.*

ε. Eisenoolithe und Thone.

Braunoolithische Kalke, die Muscheln verkalkt, mit *Am. macrocephalus.*

Thone mit verkiesten Conchylien, *Am. Parkinsoni.*

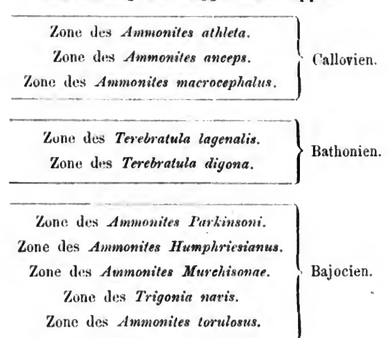
δ. **Blaulichgraue Mergelkalke** mit thonigen Zwischenlagen, in den oberen Lagen braune Oolith-Körner. *Ammonites Humphriesianus; Belemnites giganteus.*

γ. Blauliche, harte Kalksteine. *Am. Sowerbyi.*

β. Sandmergel und gelbe Sandsteine mit oolithischem Eisenerz. *Am. Murchisonae, Pecten pumilus* und *disciformis; Avicula elegans.*

α. Opalinus-Thone. Thone und Schieferthone mit Nieren von Thoneisenstein. *Am. opalinus* und *torulosus; Trigonia navis.*

Eintheilung des Dogger nach Oppel.



Zone	Stufe
Zone des *Ammonites athleta.*	Callovien.
Zone des *Ammonites anceps.*	
Zone des *Ammonites macrocephalus.*	
Zone des *Terebratula lagenalis.*	Bathonien.
Zone des *Terebratula digona.*	
Zone des *Ammonites Parkinsoni.*	Bajocien.
Zone des *Ammonites Humphriesianus.*	
Zone des *Ammonites Murchisonae.*	
Zone des *Trigonia navis.*	
Zone des *Ammonites torulosus.*	

Aargauer Dogger nach **Casimir Mösch.**

Der Aargauer Dogger zeigt viele Analogien mit dem schwäbischen. Nur der mittlere Dogger erscheint fremdartig auf den bekannten Humphriesianus-Schichten. Es gilt dies zumal von dem Hauptrogenstein, der ein gleichzeitiger Meeres-Niederschlag mit den thonigen Parkinsoni-Schichten Schwabens. In der Physiognomie — sagt **Mösch** — nur liegt das Fremde: hier bis zu 100 Meter himmelanstrebende starre Felswände reinster, oft kreideweisser Oolithe; dort dunkle verwitterte Thonkalke.

9. Ornaten-Schichten. (Oberes Callovien.) Jüngere Facies aus gelben, eisenschüssigen Thonkalken; altere aus braunen Eisenoolithen gebildet, meist die eine oder die andere auftretend am Grenzsaume des Malm. Viele Species von Ammoniten, *A. ornatus, anceps, athleta, perarmatus, biarmatus.*

8. Macrocephalen-Schichten. (Unteres Callovien.) Braunlichgelbe, harte Kalksteine (bei Frick), die nach und nach oolithisch werden und Lagen von bauwürdigem Linsenerz aufnehmen (Gutmadingen), in dem auch Petrefacten vorkommen. Am Kornberg bei Frick bis 13 Mtr. mächtig. Leitfossil *Am. macrocephalus,* oft in riesigen Exemplaren.

7. Varians-Schichten, gelbbraune Kalkmergel bis 9 Mtr. mächtig und in ansehnlicher Verbreitung, reich an Petrefacten, z. B. Egg w. von Aarau. Hauptleitmuschel *Rhynchonella varians* ganze Bänke bildend (während die in den gleichalterigen Schichten Schwabens so häufige *Terebratula lagenalis* im Aargau

sehr selten und *Ter. digona* noch gar nicht gefunden). *Holectypus depressus* ebenfalls häufig.

6. Hauptrogenstein. Dunkle Oolithe und Mergel gehören vorwaltend den Ketten an, im Tafel-Jura massigere Oolith-Bänke.
   c) Oberer Hauptrogenstein. Oolithische Plattenkalke mit *Ammonites Parkinsoni, Nerinea Basileensis.*
   b) Mittler Hauptrogenstein mit *Clypeopygus sinuatus, Echinobrissus Renggeri, Hemicidaris Luciensis, Cidaris meandrina, Homomya gibbosa* und Korallenbänke.
   a) Unterer Hauptrogenstein. *Ostrea acuminata.*
5. Blagdeni-Schichten. Braune, thonige Bänke mit *Ammonites Blagdeni* **Sow.**
4. Humphriesianus-Schichten. Braune eisenoolithische Bänke, weniger durch Mächtigkeit als Petrefacten-Reichthum ausgezeichnet: *Am. Humphriesianus, Ostrea explanata, O. flabelloides, Rhabdocidaris anglosuevica* **Oppel.**
3. Sowerbyi-Schichten, von geringer Verbreitung und Mächtigkeit (bis $1^1/_2$ M.).
2. Murchisonae-Schichten. Eisenschüssige Bänke und graue Thonkalke, darunter harte Sandkalke.
1. Opalinus-Schichten. Blau- oder grauschwarze, auch braune glimmerreiche Mergelbänke mit Zwischenlagen harter an Schwefelkies reichen Plattenkalken. Bis 50 Mtr. mächtig, sehr verbreitet, so im Plateau-Jura zwischen Zurzach und Hemmikon.

Cornbrash-Schichten im Baseler Jura, nach **Albr. Müller.**

Während der Hauptrogenstein im Baseler Jura durch seine bedeutende Verbreitung und Mächtigkeit (bis zu 200 Mtr.) das Relief der Landschaft bestimmt, ist er — wie auch an anderen Orten — durch Armuth an Petrefacten characterisirt. Hingegen sind die darauf folgenden thonigen und eisenhaltigen Kalkschichten, gewöhnlich unter dem Namen Cornbrash zusammengefasst, durch zahlreiche Versteinerungen ausgezeichnet.

6. Gelbbraune, oft oolithische, eisenreiche Kalksteine mit *Am. macrocephalus.*
5. Graue oder gelbe thonige Kalke mit *Ostrea costata* und *Rhynchonella varians.*
4. Graue, gelbe oder braune Kalke mit *Trigonia costata, Lima proboscidea, Gervillia Andreae* **Thurm.**
3. Gelbe oolithische Kalke mit *Holectypus depressus* **Desor.** und anderen Seeigeln.
2. Plattenförmiger, sehr groboolithischer Kalk mit *Clypeus patella* **Ag.** und *Am. Parkinsoni.*
1. Löcherige Kalke mit *Nerinea Bruckneri.*
   (Liegendes: Hauptrogenstein.)

Dogger-Formation im nordwestlichen Deutschland, nach Brauns.

8. Ornaten-Thone, graulichschwarze Thonmergel, hauptsächlich durch Ammoniten characterisirt: *A. ornatus, A. Jason.* An der Porta Westphalica in einer Mächtigkeit von 30 Mtr.
7. Macrocephalen-Schichten treten in geringer Entfernung in verschiedener Entwickelung auf: an der Porta Westphalica lagern Eisenoolithe, 6—8 F. mächtig; darunter Bausandstein, grobkörniger eisenschüssiger Sandstein bis zu 50 F. Mächtigkeit erreichend. Bei Bechstedt unfern Hildesheim Thone mit verkiesten Conchylien. — Beiderlei Ablagerungen mit *A. macrocephalus.*

6. Oolithische Mergel und Eisenkalke mit *Avicula echinata;* an der Porta Westphalica; unfern Hannover u. a. O. in ansehnlicher Verbreitung und Mächtigkeit, 80 Mtr. und darüber.
5. Thone mit *Ostrea costata (Knorii).* An der Hilsmulde, Geerzen bei Alfeld, bei Eimen u. a. bis zu 25 Mtr. mächtig und durch Petrefacten-Reichthum ausgezeichnet.
4. Thone mit *Ammonites Parkinsoni* und *Belemnites giganteus,* mit zahlreichen Thoneisenstein-Knollen, etwa 80 Mtr. mächtig; zwischen Eimen und Menzen u. a. O.
3. Coronaten-Thone, Thone mit verkiesten Conchylien, Dohnsen, Mainzholzen bis über 15 Mtr. mächtig.
2. Eisenschüssige Thone mit *Inoceramus polyplocus,* dunkle Thone mit Sphärosiderit- und Eisenkies-Knollen, bis 25 Mtr. mächtig.
1. Schieferthone mit *Trigonia navis,* mehrfach im Wesergebiet, bei Wenzen bis 45 Mtr. mächtig.

Vorkommen von Steinkohle im Dogger. Bauwürdige Kohlenflötze kommen in England in Yorkshire vor, in eben jenen Gegenden, die durch das Auftreten von Pflanzen ausgezeichnet; ferner zu Brora in Sutherland; in Südfrankreich bei Larzac. Der Dogger Oberschlesiens enthält gleichfalls im Sandstein liegende, Kohlenflötze; die Gegend von Simbirsk in Russland; von Cap Mondego in Portugal; von Cutch und Bordwan in Ostindien; von Neu Castle auf Van-Diemensland.

3) Malm-Formation

oberer oder weisser Jura.

Mit dem Namen Malm wurden ursprünglich Kalksteine bei Garsington unfern Oxford von den Steinbrechern bezeichnet, welchen später **Oppel** für die ganze Formation anwendete. Weisser Jura wurden die oberen jurassischen Schichten von **L. v. Buch** genannt, wegen der wenigstens in Deutschland so häufigen hellen Farbe der Gesteine.

Verbreitung des Malm.

Im ganzen Zuge des französischen, des schweizer, des schwäbischen und fränkischen Jura; im Breisgau in Baden; in Hannover; in Polen; in den österreichischen, bayerischen und Schweizer Alpen; in der Normandie, in Burgund; im südwestlichen England, in Yorkshire.

Gesteine des Malm.

Vorwaltende Gesteine sind Kalksteine, Dolomite, Thone, Mergel und Sandsteine.

Kalksteine (Jurakalke) lassen nach chemischer Constitution und Structur verschiedene Abänderungen unterscheiden.

Dichter Kalk, oft so dicht, dass die krystallinische Structur kaum noch zu erkennen. Die Farbe in vielen Gebieten eine helle: weiss, gelblich- bis graulichweiss, erbsengelb. Doch kommen auch graue und sogar intensiv schwarze Farben vor, wie z. B. in den östlichen Schweizer Alpen.

Chem. Zus. oft sehr reiner Kalkstein; wie eines weissen Kalksteines von Ulm nach **Faist:** 99,25 kohlensaurer Kalk, 0,32 kohlensaure Magnesia, 0,21 kohlensaures

Eisenoxydul, 0,10 Wasser. S. = 99,88 und eines schneeweissen Kalkes von Leiberfingen im Höhgau nach **Birnbaum:** 98,54 kohlensaurer Kalk, 0,52 Kieselsäure, 0,84 Thonerde. S. = 99,91.

Plattenkalk. Dicht, gelblich, auf den Klüften oft mit Dendriten von Psilomelan bedeckt. Solche, durch Feinheit des Kornes und Grösse der Platten, in welche sie sich brechen lassen, zu lithographischen Zwecken geeignete Gesteine, sog. lithographische Schiefer finden sich besonders bei Solenhofen in Franken; von geringerer Güte bei Nusplingen u. a. O. in Schwaben, bei Cirin (Ain-Dep.), Verdun (Meuse-Dep.), bei Solothurn, auf der Insel Portland.

Mergelkalk (thoniger Kalk), dicht, zäh, gelblich- oder blaulichgrau. Findet sich namentlich in der unteren Abtheilung der Formation.

Kieselkalk, dicht, hellfarbig, hart, oft Schnüre oder Knollen von Chalcedon oder Hornstein enthaltend, so wie verkieselte organische Reste. Chem. Zus. eines solchen von Solothurn: 70,21 kohlensaurer Kalk, 0,83 kohlensaure Magnesia, 19,99 Kieselsäure, 4,65 Thonerde, 1,48 Eisenoxyd, 2,80 Wasser. S. = 100,00. Kieseliger Kalk von Irrendorf im Höhgau: 75,20 kohlensaurer Kalk, 2,48 kohlensaure Magnesia, 0,89 Thonerde, 21,48 Kieselsäure. S. = 100,04.

Oolithischer Kalk tritt auch in manchen Gegenden auf — England, Schweiz, Hannover — jedoch nicht so verbreitet, wie im Dogger. Eine besonders bezeichnende Abänderung ist der Grünoolithkalk, wie ihn **Gümbel** nennt, ein durch grüne Glaukonit Körnchen oolithischer Kalk der in manchen Gegenden (Franken, Schwaben, Höhgau) die Malm-Formation eröffnend, auf dem Dogger liegt.

Dolomite, sehr feinkörnig, porös, weiss ins hellgelbe, grau; auf Klüften und in Höhlungen die bezeichnenden Rhomboeder von Bitterspath. Die Dolomite Frankens wurden neuerdings von **A. Halenke** untersucht. Chem. Zus. eines Dolomits von Gailenreuth: kohlensaurer Kalk 54,254, kohlensaure Magnesia 44,334, Eisenoxyd 0,377, Kieselsäure 0,773. S. = 99,738; Dolomit von Muggendorf: kohlensaurer Kalk 54,806, kohlensaure Magnesia 42,147, Eisenoxyd 1,580, Kieselsäure 1,442. S. = 99,975. Sehr verbreitet in Franken: Streitberg, Muggendorf; in Schwaben bei Urach u. a. O.; bei Echte in Hannover; in den Cevennen. In England scheinen sie seltener.

Thone, bald kalkig, grau, blaulich, gelblich, mit Zwischenlagen bituminöser Schieferthone; mit Knollen von Mergelkalk, von Eisenkies, Krystall-Concretionen von Gyps. Solche Thone treten zuweilen in bedeutender Mächtigkeit auf und werden oft nach einzelnen Oertlichkeiten benannt, z. B. Oxfordthon, Kimmeridger Thon.

Unter den Mineralien in der Malm-Formation ist besonders häufig Kieselsäure als Jaspis, Hornstein oder Chalcedon, theils in Streifen, Schnüren die Kalksteine durchziehend, theils in Knollen. Auch verkieselte Kalkknollen (sog. Chailles) kommen vor.

Asphalt findet sich zumal bei Limmer unfern Hannover im Kalkstein so reichlich, dass er gewonnen wird.

Eintheilung des Malm.

Diese Formation, deren Kenntniss von England ausgeht, zerfällt in mehrere Abtheilungen (deren Grenzen indess von den Geologen verschieden gezogen werden), nämlich:

4. Oberste Abtheilung, die Purbeck-Gruppe, nach der Halbinsel Purbeck genannt.

3. Kimmeridge-Gruppe, nach dem Dorfe Kimmeridge benannt.

2. Coralrag oder Corallien.

1. Oxford-Gruppe.

Es sollen zunächst die drei untersten Gruppen, Oxford, Corallien und Kimmeridge als ein mehr zusammengehöriges Ganze oder als Malm im engeren Sinne betrachtet werden.

Versteinerungen des Malm.

Pflanzen sind noch seltener, wie im Dogger; sie fehlen grossen Gebieten gänzlich, von eigentlichen Leitpflanzen ist daher kaum die Rede.

Die in einzelnen Gegenden nachgewiesenen Pflanzen sind theils Meerespflanzen, theils Landpflanzen.

Fucoiden sind durch die Gattungen *Caulerpites*, *Chondrites*, *Sphaerococcites*, *Baliostichus* vertreten. Die verbreitetste Fucoide ist der sog. Hechinger Tang, *Fucus Hechingensis*, den **Heer** zu den Steinalgen stellt als *Nulliporites Hechingensis* bezeichnet. Schwaben, Franken, Schweiz. *Chondrites aemulus* **Heer** in den Cantonen Waadt, Solothurn. *Cylindrites Langii* **Heer** bedeckt im Canton Solothurn ganze Felsplatten. *Baliostichus ornatus* **Münst.** im lithographischen Schiefer von Solenhofen.

Landpflanzen sind durch lokale Vorkommnisse vertreten; von Farnkräutern z. B. Cycadopteris Brauniana **Zign.** in den Kalksteinen von Nusplingen; von Nadelhölzern *Araucarites Meriani* in der Effinger Schicht bei Basel; von Cycadeen besonders *Zamites Feneonis* **Br.** (*Z. formosus* **Heer**).

Als Fundorte von Pflanzen sind z. B. zu nennen Nusplingen, Solenhofen, Malton in Yorkshire, Portland.

Unter den thierischen Resten des Malm spielen zunächst Spongien eine hervorragende Rolle; sie erscheinen in solcher Menge, wie es bisher in den älteren Formationen nicht der Fall war. Es sind zumal die Gattungen Scyphia, Cnemidium, Tragos. An Verbreitung und Zahl der Individuen werden die Schwämme noch von den Korallen übertroffen. Die häufigsten Gattungen sind Isastraea, Thamnastraea, Stylina, Montlivaltia, Thecosmilia, Ceriopora. — Krinoiden erscheinen ebenfalls zahlreich mit den Gattungen Pentacrinus, Eugeniacrinus, Apiocrinus, Balanocrinus, Millericrinus. Die Echiniden finden sich in Menge ein mit den Gattungen Cidaris, Hemicidaris, Rhabdocidaris, Dysaster, Glypticus, Echinobrissus, Holectypus und Pseudodiadema. — Die Brachiopoden werden wieder durch die Gattungen Rhynchonella und Terebratula nebst Mergerlea vertreten, die Pelecypoden durch Gryphaea, Ostrea, Exogyra, Pecten, Trigonia, Astarte, Pholadomya, Diceras; die Gasteropoden sind zumal durch zahlreiche Arten von Nerinea (in gewissen Gegenden) characterisirt, auch durch

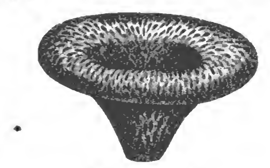
Chemnitzia und Pterocera. Von Cephalopoden erscheinen wieder Ammonites (nebst Aptychus) in zahlreichen Arten, Belemnites jedoch nicht in der Menge der Arten und Individuen wie im Dogger. — Von Anneliden findet sich Serpula. Die höheren Thierreste — obwohl an einzelnen Orten reichlich vorkommend — besitzen keine allgemeine Verbreitung; es sind zumal Krebse, Fische, Saurier.

Unter den häufigeren Leitfossilien des Malm sind etwa folgende zu nennen.

1) Spongien oder Schwämme.

Treten in verschiedenen Niveaus auf, ganze Schichten bildend, die sog. Spongien- oder Schwammkalke, auch Scyphienkalke. Bekannte Fundorte sind besonders: Heuberg bei Balingen und Tuttlingen in Schwaben; Streitberg in Franken; der Randen; Birmensdorf im Aargau.

Scyphia (Cribrospongia) reticulata **Goldf.**, *Sc. obliqua* **Goldf.**, *Sc. clathrata* **Goldf.**



Scyphia reticulata.

Cnemidium lamellosum **Goldf.**, *Cn. rimulosum* **Goldf.**, *Cn. Goldfussi* **Qu.** Am Randen $^1/_2$ F. lang.

Tragos acetabulum **Goldf.**, *Tr. patella* **Goldf.**, *Tr. pezizoides* **Goldf.**

2) Foraminiferen.

Sind mehrorts im Malm nachgewiesen; unter andern besonders häufig in den Streitberger Schwammkalken durch **Gümbel.** Die Foraminiferen-Fauna dieser Schichten zeichnet sich durch das Vorherrschen der Stichostogier*) in zahlreichen Arten aus, nächstdem waltet vor das Genus *Cristellaria* unter den *Helicostegiern.* — Auch der Ulmer Cementmergel enthält nach **Gümbel** viele Foraminiferen unter denen eine neue Species, *Haplophragmium verruculosum* **Gümb.** wegen ihrer Grösse (mit freiem Auge zu erkennen) und Häufigkeit bemerkenswerth.

3) Polypen.

An Korallen reiche Schichten erscheinen ebenfalls in verschiedenen Stufen und bezeichnen mehr eine lokale Facies als den durchgreifenden Character einer Stufe. Korallenkalke von verschiedenem Alter besitzen aber eine noch allgemeinere Verbreitung, wie die Schwammkalke: sie setzen vollständige Riffe zusammen. Auf den Höhen zwischen Ulm und Bopfingen bis Urach hin, am Isteiner Klotz, in den Cantonen Basel, Solothurn, Bern gibt es solche Korallen-Riffe, während sie dem Aargauer und Schaffhauser Jura fehlen; am Lindener Berg bei Hannover u. a. O.

*) S. oben 155.

Isastraea helianthoides **Goldf.** Franken, Schwaben, Hannover, Schweiz.

Thamnastraea concinna **Goldf.** Korallen-Schichten Hannovers, Wangener Schichten im Aargau.

Stylina castellum **Etall.** Crenularis- und Wangener Schichten des Argau.

Montlivaltia elongata **E.** und **H.** Desgl. *Mont. dispar* **E.** und **H.** Nattheim, Hannover.

Thecosmilia trichotoma **E.** und **H.** Sehr häufig bei Nattheim, im Canton Aargau.

Ceriopora radiciformis **Goldf.** In den Birmensdorfer Schichten.

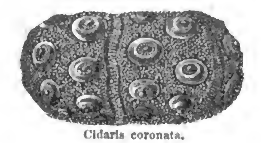
4) Krinoiden.

Pentacrinus cingulatus **Mü.** Birmensdorfer und Badener Schichten; am Böllertfelsen bei Balingen Millionenweise. *Pent. pentagonalis* **Goldf.** Oxfordien.

Eugeniacrinus caryophyllatus **Goldf.** Lochen, am Randen. *Eug. Höferi* **Mü.** Geht durch verschiedene Stufen; sehr häufig am Weissenstein, Lochen. *Eug. nutans* **Goldf.** In verschiedenen Stufen des Argau; in Schwaben nicht häufig. *Eug. compressus* **Goldf.** Birmensdorfer Schichten, Schwaben.



Thecosmilia trichotoma.



Cidaris coronata.

Apiocrinus Royssianus **d'Orb.** Corallien von La Rochelle. *Ap. mespiliformis* **Schl.** Korallenkalke von Kellheim, Nattheim, Ulm.

Balanocrinus subteres **Goldf.** In verschiedenen Stufen.

Millericrinus echinatus **Schl.** Korallenbank Hannovers; Crenularis-Schichten des Argau.

5) Echiniden.

Cidaris coronata **Goldf.** In sämmtlichen Stufen des Malm, so z. B. im Aargau. *Cid. florigemma* **Phill.** Im Korallenoolith Hannovers; Crenularis- und Wangener-Schichten (Terrain à Chailles).

Hemicidaris crenularis **Lam.** Leitfossil in den Crenularis-Schichten.

Hemicidaris intermedia **Flem.** Im norddeutschen Coralrag sehr verbreitet.

Rhabdocidaris caprimontana **Des.** Crenularis-Schichten.

Dysaster granulosus **Ag.** Im ganzen Malm.

Glypticus hieroglyphicus **Mü.** In den Korallenkalken Schwabens, Frankens, Frankreichs; in der Korallen-Zone der Crenularis-Schichten des Aargau.

Cidaris florigemma

Echinobrissus scutatus **Lam.** Crenularis-Schichten Aargau, in Hannover.

Holectypus Mandelslohi **Des.** Badener Schichten.

Pseudodiadema areolatum **Des.** Weit verbreitet in den Birmensdorfer Schichten des Aargau, am Randen; am Schild in den Alpen. *Ps. mamillanum* **A. Roem.** Im Coralrag Hannovers. *Ps. hemisphaericum* **Lam.** im Coralrag von England, Frankreich, Norddeutschland.

6) Brachiopoden.

Rhynchonella arolica **Oppel.** Nur in den untersten (Birmensdorfer) Schichten des Oxford; im Aargau sehr verbreitet, aber auch am Glärnisch, am Faulen. (Wurde früher mit Rhynchonella lacunosa verwechselt, von der sie sich durch weniger, aber stärkere Rippen unterscheidet.)

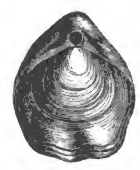
Rhynchonella pinguis **Roe.** Sehr häufig im Korallenoolith, in den Nerineen-Schichten Hannovers; in den Crenularis- und Wangener Schichten im Aargau.

Rhynchonella lacunosa **Schloth.** In den Schwammkalken (Amberger) Schichten Frankens, ebenso in Schwaben (weisser Jura γ) eine Hauptleitmuschel, im Höhgau; Badener Schichten im Aargau.



Rhynchonella lacunosa.





Terebratula bisuffarcinata.

Terebratula Birmensdorfensis **Escher.** Auf dem ganzen Zug der Birmensdorfer Schichten zwischen Zollhaus (Randen) und dem Waadtländer Jura.

Terebratula impressa **Bronn.** Unteres Oxford; in den „Impressakalken" Schwabens, in Franken sehr häufig; in den Effinger Schichten im Aargau.

Terebratula bisuffarcinata **Schloth.** Geht durch verschiedene Stufen; im unteren Oxford in Franken, Aargau, in den Schwammkalken, in den Crenularis, Wangener und Letzi-Schichten im Aargau.

Terebratula insignis **Schübl.** In den Kelheimer Schichten und Felsendolomiten Frankens, Nattheimer Schichten, im Aargau in den Crenularis, Wangener, Wettinger Schichten so wie in den Plattenkalken.

Terebratula Delmontiana **Oppel.** Bezeichnend für das „terrain á Chailles."

Terebratula humeralis **Roem.** Sehr häufig im Korallenoolith Hannovers; geht durch die Crenularis, Wangener und Wettinger Schichten im Aargau; nach **Gümbel** auch recht häufig in den Ulmer Cementmergeln.

Terebratula tetragona **Roem.** Bezeichnend für die Pterocera-Schichten Hannovers.

Megerlea pectunculoides **Schloth.** Kelheimer Schichten, bei Nattheim, Crenularis-Schichten.

7) Pelecypoden.

Gryphaea dilatata **Sow.** Leitmuschel im Oxfordthon Englands und Frankreichs;

in den Geissberg- und besonders Crenularis-Schichten im Aargau; in den Hersumer und Korallen-Schichten Hannovers. (Nicht in Schwaben und Franken.)

Ostrea gregaria **Sow.** Weit verbreitet, durch verschiedene Stufen; hauptsächlich im Coralrag Englands, Frankreichs, Schwammkalke Frankens, Nattheim; in den Crenularis, Wangener, Badener Schichten.

Ostrea deltoidea **Sow.** Leitfossil des engl. Kimmeridge, in Frankreich, fehlt anderen Gebieten, wie z. B. in Hannover.

Ostrea falciformis **Dunk.** Sehr häufig in Hannover, Virgula- und Gigas-Schichten.

Exogyra virgula **Sow.** Leitmuschel des Kimmeridgethons in England und Frankreich, massenhaft im „Virgulien" von Pruntrut, auch im Ulmer Cementmergel. Selten bei Hannover.

Pecten subfibrosus **d'Orb.** Geisberg, Crenularis, Wettinger Schichten des Aargau, Hersumer Schichten, Korallenoolith in Hannover.

Trigonia gibbosa **Sow.** Häufig in den Pterocera-Schichten Hannovers, im Portland Englands.

Astarte supracorallina **d'Orb.** Leitfossil im Astartien, welches im westschweizerischen und französischen Jura sehr verbreitet; auch in den Plattenkalken von Solenhofen, bei Ulm.

Exogyra virgula.

Pholadomya paucicosta **Roem.** Crenularis-Schichten.

Pholadomya acuticosta **Sow.** Bezeichnend für die Virgula-Schichten Hannovers.

Diceras arietinum **Lam.** Leitfossil im Diceratien (Corallien).

Diceras speciosum **Goldf.** In den Solenhofer Plattenkalken.

Diceras Lucii **Des.** Bezeichnend für das Diceratien am Mont Saleve bei Genf, bei Delsberg.

8) Gasteropoden.

Nerinea visurgis **Roem.** Sehr häufig in den Nerineen-Schichten Hannovers; auch im Corallien des Aargau.

Nerinea tuberculosa **Roem.** In den Nerineen-Schichten Hannovers.

Nerinea Bruntrutana **Thurm.** In den Nerineen- und Pterocera-Schichten Hannovers; im Korallenkalk von Pruntrut ganze Bänke bildend.

Nerinea suprajurensis **Voltz.** Im Portland von Pruntrut; aber auch in den Plattenkalken von Solenhofen; bei Kelheim.

Nerinea pyramidalis **Mü.** Sehr häufig in den Pterocera-Schichten Hannovers.

Chemnitzia abbreviata **Roem.** In den Pterocera-Schichten Hannovers sehr häufig.

Chemnitzia Heddingtonensis **d'Orb.** In Hannover in den Hersumer Schichten, Korallenbank- und Oolith.

Pterocera Oceani **Br.** Leitfossil in den Pterocera-Schichten Hannovers; im Kimmeridge und Portland Frankreichs; in der Schweiz vom älteren Korallenkalk bis in den Portland gehend; in Pruntrut einzelne Schichten zu Tausenden erfüllend, während sie in anderen fehlt; auch in den Plattenkalken von Solenhofen.

9) Cephalopoden.

Ammonites transversarius **Opp.** In der untersten Zone des Oxford, den Birmensdorfer Schichten in Franken, im Aargau, Höhgau.



Nerinea tuberculosa.

Ammonites plicatilis **Sow.** Häufig in den Birmensdorfer Schichten, vom Waadtländer Jura bis über den Randen hinaus; in den Alpen am Glärnisch u. a. O. Noch in den Effinger Schichten.

Ammonites Arolicus **Opp.** Der bezeichnendste Amm. der Birmensdorfer Schichten im Aargau; im Klettgau, in Franken. Noch in den Effinger Schichten.

Ammonites bimammatus **Qu.** In den Lochen-Schichten (bei Balingen in Württemberg), Streitberg in Franken, Crenularis-Schichten im Aargau.

Ammonites tenuilobatus **Opp.** In den Thalmässinger Schichten, die sich von Thalmässing in Franken durch Württemberg, Baden bis ins Argau (Badener Schichten) verfolgen lassen.

Ammonites acanthicus **Opp.** Begleiter des vorigen.

Ammonites polyplocus **Rein.** Ebenfalls sehr häufig in diesem Niveau.

Ammonites flexuosus **Mü.** Im nämlichen Niveau.

Ammonites steraspis **Opp.**
Ammonites Ulmensis **Opp.** } In den Plattenkalken von Solenhofen, im Höhgau, im Aargau.

Ammonites gigas **Sow.** Leitmuschel der Schichten des Ammonites gigas in Hannover; in dem Portland Frankreichs und Englands.

Aptychus lamellosus **Park.** Effinger, Crenularis, Wangener, Badener Schichten.

Aptychus laevis **v. Mey.** Effinger, Badener Schichten.

Aptychus steraspis **Opp.**
Aptychus Ulmensis **Opp.** } In den Plattenkalken von Solenhofen, im Aargau.

Belemnites hastatus **Montf.** Häufig in den Birmensdorfer und Effinger Schichten: Schwaben, Franken, Klettgau, Höhgau, Aargau.

Belemnites unicanaliculatus **Mü.** Crenularis-Schichten.

Belemnites semisulcatus **Mü.** Wangener Schichten, Letzi-Schichten, sehr häufig in den Badener Schichten, Wettinger und Plattenkalke.

Belemnites hastatus.

10) Anneliden.

Serpula gordialis **Schloth.** Im Oxford, Corallien und Kimmeridge.

Serpula planorbiformis **Goldf.** Oxford und Kimmeridge.

Serpula Deshayesi **Goldf.** Im Oxford, Corallien und Kimmeridge.

11) Insecten.

Aeschna Münsteri **Lam.** Nicht als Leitfossil, sondern als Repräsentant der zu Solenhofen zahlreich vorkommenden Insecten sei diese wegen ihrer trefflichen Erhaltung merkwürdige Neuropteride erwähnt. Fig. s. folg. S.

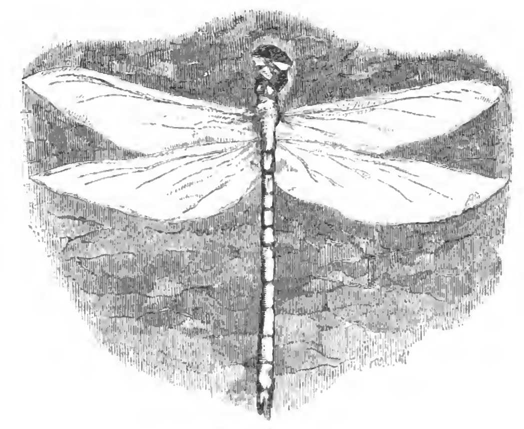
12) Crustaceen.

Pagurus suprajurensis **Qu.** Sehr verbreitet in den Plattenkalken Schwabens (Nusplingen), auch im Aargau, Cirin.

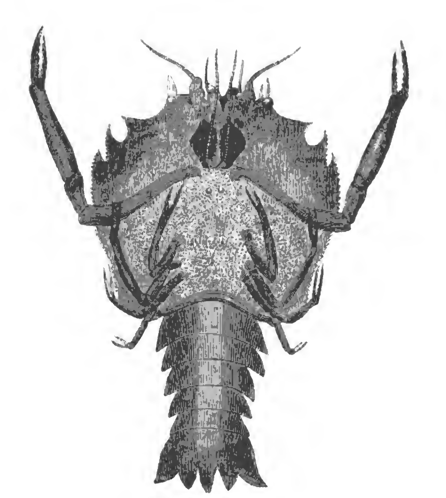
Penaeus speciosus **Qu.** In den Plattenkalken Schwabens; bei Solenhofen der häufigste Krebs.

Prosopon rostratum **v. Mey.** In den „Prosopon-Plattenkalken“ der fränkischen Alb sehr häufig.

Mecochirus locusta **Mü.**
Eryon arctiformis **Br.** Fig. s. folg. S. } Zu Solenhofen.



Aeschna Münsteri.



Eryon arctiformis.

13) Fische.

Leptolepis sprattiformis **Ag.** Der häufigste Fisch bei Solenhofen; bei Nusplingen. *Lept. Knorrii* **Ag.**

Pholidophorus latus **Ag.** Einer der grössten Fische der Plattenkalke.

Pycnodus gigas **Ag.** Hauptsächlich Zähne (sog. Steinaugen). Wettinger Schichten bei Solothurn.

14) Schildkröten.

Es verdient die Schildkröten-Fauna im Kimmeridge um so eher Beachtung als sie überhaupt die älteste bis jetzt bekannte. Ein berühmter Fundort ist die „Schildkröten-Bank" bei Solothurn im mittleren Kimmeridgien. (Pterocerien.) Es sind nach **Rütimeyer** die den Meerschildkröten nahe stehenden Gattungen *Thalassemys*, *Helemys* und *Platemys*, welche auf eine Strandzone hindeuten. Auch im Cant. Neuenburg kennt man Schildkröten (*Emys Jaccardi* **Pict.**), so wie aus den Plattenkalken von Solenhofen und Kelheim: *Eurysternum Wagneri* **Mün.** Neuerdings sind aber auch im Norden Deutschlands Schildkröten-Reste aufgefunden und durch **Maack** beschrieben worden; nämlich im Kimmeridge Hannovers am Lindenerberg, Tönjesberg und bei Ahlem die Species; *Chelonides Wittei* **Maack,** *Stylemys Lindensis* **Maack** und *St. Hannoverana* **Maack.**

15) Saurier (besonders Zähne, Knochen, Panzer).

Machimosaurus Hugii **v. Mey.** Kimmeridge, am Lindener Berg, auch bei Solothurn.

Geosaurus maximus **Plien.** (*Megalosaurus.*) Zähne von bedeutender Grösse, besonders bei Schnaitheim *G. Sömmeringi* **Cuv.** im Solenhofer Schiefer.

Pliosaurus brachydeirus **Ow.** Kimmerigde von Oxford.

Aelodon (Crocodilus) priscus **v. Mey.** Bei Solenhofen.

Compsognathus longipes (Dinosaurier) im lithographischen Schiefer von Kelheim.

Rhamphorhynchus verschiedene Species, zumal *R. Münsteri* **v. Mey** bei Solenhofen.



Pterodactylus.

Pterodactylus mehrere Species, besonders *Pt. longirostris* **Sömm.** von Solenhofen *Pt. suevicus* **Qu.** Kalkplatten von Nusplingen.

Als ein merkwürdiges Vorkommen sei erwähnt der älteste Vogel-Rest: *Archaeopteryx lithographica* **Ow.** Im J. 1861 zu Solenhofen entdeckt, wurde für 700 Pf. Sterling nach London verkauft.

Beispiele von der Gliederung und dem Vorkommen des Malm.

In England.

3. Obere Abtheilung oder Kimmeridge-Gruppe.
Portlandkalk und Oolith. Feste weisse Kalksteine und Oolithe die auf der Insel Portland in 5—8 F. mächtigen Bänken auftreten, eine Gesammt-Mächtigkeit von 30 F. erreichen, ein wichtiges Baumaterial liefern (z. B. in London, St. Paul-Kirche). Reich an Versteinerungen, namentlich *Trigonia gibbosa.*
Portlandsand; dunkelgrauer Sand mit kieseligen Ausscheidungen; 60 F. mächtig.
Kimmeridge. Blätterige, bituminöse Schieferthone, reich an Versteinerungen, zumal *Ostrea deltoidea;* darunter der eigentliche Kimmeridge-Thon, eine bis 500 F. mächtige Ablagerung grauen, kieshaltigen Thones, ebenfalls reich an Versteinerungen; *Exogyra virgula.*

2. Mittlere Abtheilung.
Coralrag. Mächtige Oolith- und Kalkstein-Bänke. Enthalten zahlreiche Korallen *(Thecosmilia, Thamnastraea), Cidaris florigemma, Hemicidaris crenularis*; sehr verbreitet: *Ostrea gregaria.* Diese Schichten setzen besonders die Hügel im nordwestlichen Berkshire, im nördlichen Wiltshire zusammen, erscheinen aber auch im N., bei Scarborough in Yorkshire.

1. Untere Abtheilung.
Oxfordthon, eine 300—600 Fuss Mächtigkeit erreichende Thon-Ablagerung. Enthält keine Korallen, aber viele Ammoniten, Austern, *Gryphaea dilatata.*

In Schwaben, nach **Quenstedt.**

ζ. Kalkplatten (Krebsscheerenkalke). Dünnschichtige Kalksteine von heller Farbe, mit Thonmergeln wechsellagernd. Mächtigkeit bis 100 F.

ε. Plumpe Felsenkalke, mit Dolomiten; ausgezeichnete Korallenfelder mit Sternkorallen.

δ. Oolithische gut geschichtete Kalkbänke mit wenig ausgezeichneten Muscheln.

γ. Schlecht geschichtete Thonkalke, mit Schwammfelsen (Scyphienkalke), mit *Rhynchonella lacunosa, Eugeniacrinites.*

β. Wohlgeschichtete helle Kalke. Ausgezeichnete Ammoniten; *Ammonites flexuosus.*

α. Thonkalke mit *Terebratula impressa.* (Impressakalke.)

Malm in der fränkischen Alb, nach Gümbel.

3. Oberste Abtheilung.

Obere Stufe: Plattenkalke und obere Sternkorallenkalke.

Facies der wohlgeschichteten Platten (Solenhofer Schiefer). Bald als klingende harte Platten, bald kreidigweiche, mergelige Kalkschiefer mit *Prosopon.* Bilden keine ununterbrochene Ablagerung, füllen viele muldenförmige Vertiefungen aus.

Facies der grossbankigen Korallenkalke (Nerineen- und Diceraskalke). Neben und im lithographischen Schiefer auftretend, ist mit ihm gleichzeitiger Entstehung. *Pterocera Oceani, Exogyra virgula, Astarte supracorallina, Diceras speciosum.*

Untere Stufe: Felsendolomite und plumpe Felsenkalke.

Facies der Franken- oder Felsen-Dolomite. Haupthorizont der fränkischen Dolomite. Sternkorallen, *Rhynchonella inconstans, Terebratula insignis.*

Facies der Felsenkalke oder Kelheimer Schichten; obere kalkige, untere dolomitische Schichten. Sternkorallen, *Apiocrinus mespiliformis, Terebr. insignis.*

2. Mittlere Abtheilung.

Obere Stufe. Grobklotziger Schwammkalk, Amberger Schichten. Dichte, an Hornstein reiche Kalksteine mit zahllosen Schwämmen, Arten von *Scyphia, Cnemidium, Tragos, Rhynchonella lacunosa.*

Untere Stufe: Schwammkalke und Schichtkalke.

Facies der normalen Schwammkalke mit *Tragos patella, Scyphia obliqua, Terebratula bisuffarcinata.*

Dünngeschichtete, etwas oolithische Kalke; selten Schwämme, mit *Ammonites dentatus, Terebratula bisuffarcinata.*

1. Untere Abtheilung.

Obere Stufe: Obere graue Jurakalke.

Stufe des *Ammonites tenuilobatus;* Thalmässinger Schichten. Wohlgeschichtete Mergelkalke.

Würgauer Schichten: schwammreiche kalkige Lagen mit wohl geschichteten Mergelkalken wechselnd.

Mittlere Stufe: Werkkalk. Stufe des *Amm. bimammatus.*

Wohlgeschichtete Werkkalke, dünnbankig, fast ohne mergelige Zwischenlagen; zahlreiche planulate Ammoniten.

Schwammführende Werkkalke (Streitberger Schichten), neben den Ammoniten noch Schwämme.

Untere Stufe: Graue Kalke. Stufe des *Am. transversarius.*

Facies der wohlgeschichteten Mergelkalke mit *Terebratula impressa, Am. arolicus, Bel. hastatus.*

Facies der unteren Schwammkalke; neben den Ammoniten noch Schwämme.

Grenzstufe: Grünoolithkalke.

Die wegen ihrer technischen Verwendung und ihres Reichthums an organischen Resten bekannten Ulmer Cementmergel sind als eine Mergelfacies der Solenhofer Schichten zu betrachten. In den grossen Cementbrüchen bieten sich interessante Profile.

Leube'scher Cementbruch.

7. Dünnschichtige graue Kalke mit mergeligen Zwischenlagen.
6. Gelblicher Kalk mit Ammoniten *(Am. ulmensis).*
5. Wohlgeschichteter Cementmergel.
4. Undeutlich geschichteter Cementmergel.
3. Kieseliger Kalk.
2. Harter Mergelkalk.
1. Grauer Schwammkalk.

Müller'scher Cementbruch.

7. Plattenkalke, darunter graue Mergelkalke.
6. Korallenkalk mit *Isastraea, Thecosmilia, Thamnastraea.*
5. Wohlgeschichteter Cementmergel.
4. Cementmergel.
3. Korallenkalk mit Hornstein.
2. Mergeliger Plattenkalk.
1. Schwammkalk.

Für die Beurtheilung des im Juragebiete so oft eintretenden Wechsels — so bemerkt **Gümbel** — ist es gewiss wichtig, welche Verschiedenheit hier zwischen

zwei kaum 2000 F. von einander liegenden Brüchen von **Leube** und **Müller** sich darbietet, hier die üppigste Entwickelung einer Korallenfauna in klotzigem kieselreichen Kalk, dort keine Spur dieser Korallen und dafür eine Ammoniten-Fauna im wohlgeschichteten Kalke.

Malm-Formation in den Umgebungen von Möhringen und Mösskirch im Höhgau in Baden, nach **K. Zittel** und **Vogelgesang.**

3. Oberer weisser Jura. (5—600 F. mächtig.)
   Krystallinischer, oolithischer Kalk mit *Exogyra virgula*, *Ostrea gregaria*, *Terebr. insignis*. (Entspricht dem „Virgulien des Aargauer Jura.") Tritt nur lokal in einer Mächtigkeit von 8—20 F. auf.
   Krebsscheerenplatten und wohlgeschichtete Kalksteine, von Mergellagen durchzogen. *Magila suprajurensis.*
   Plumpe Massenkalke, sehr mächtig; Zwischenlagen zuckerkörniger Kalksteine mit Stylolithen.
   Quaderkalke mit *Ammonites mutabilis.*
2. Mittler weisser Jura, bis 100 F. mächtig.
   Scyphien- und Cephalopoden-Facies, entweder mit einander wechselnd oder sich gegenseitig vertretend.
   Die Scyphien-Facies, die sog Schwammfelsen, stark zerklüftete Kalke, im Donau- und Beerathal. *Scyphia reticulata*, *Sc. articulata*, *Tragos patella*; *Rhynchonella lacunosa* in seltener Menge, viele Terebrateln, auch planulate Ammoniten, bes. *A. tenuilobatus.*
   Cephalopoden-Facies, grauliche Mergelkalke mit weichen Mergeln. Reichthum an Cephalopoden *(Am. polyplocus)*, fast gänzlicher Mangel an Schwämmen.
1. Unterer weisser Jura, bis zu 300 F. mächtig.
   Wohlgeschichtete Kalksteine sehr verbreitet, aber nicht reich an Versteinerungen. *Rhynchonella lacunosa.* Im Beerathal entwickeln sich plumpe Scyphienkalke. *Am. bimammatus.*
   Grauliche Kalke mit Fucoiden und Schwämmen.
   Grünoolithische Kalkmergel und Thone. *Am. transversarius.*

Malm-Formation in Frankreich im Dep. de la Haute-Marne nach **Loriol *).**

3. Etage Kimmeridien.
   Virgulien. Mergel mit *Exogyra virgula.*
   Pterocerien. Kalksteine und Mergel mit *Pterocera Oceani*, *Dysaster granulosus.*
2. Etage Corallien oder Sequanien.
   Diese Etage, deren Mächtigkeit sich auf 120 Mtr. beläuft, zerfällt in vier Abtheilungen.
   Astarte-Kalk oder zweite Zone der *Terebratula humeralis.* (Eigentliches Sequanien.)
   Graue oder gelbe Kalkbänke, oft etwas oolithisch, mit Zwischenlagen von Mergel.

---

*) **Tombeck:** vorläufige Ankündigung des Werkes „Description géologique et paléontologique des Etages jurassiques supérieures de la Haute-Marne par **Loriol, Royer** et **Tombeck.** Bulletin de la Societé géologique de France. 1873. Nr. 1, pg. 8.

Oolith von La Mothe oder zweite Zone des Cardium corallinum. Mit Nerineen, *Apiocrinus Roissyanus.*

Compactes Corallien oder erste Zone der *Terebratula humeralis.*

Besteht aus mächtigen Bänken lithographischer Kalke, aus grauen thonigen Kalken und aus Mergel. Setzt hauptsächlich das Gebiet im Dep. de la Haute-Marne zusammen. In dieser Zone finden sich *Cidaris florigemma, Ammonites Marantianus, Am. bimammatus.*

Eigentliches Corallien.

Diese Zone ist in zwei ganz verschiedenen Facies entwickelt, die nach der Ansicht von **Loriol** als gleichzeitige Bildungen zu betrachten. Sie vertreten einander; es lassen sich aber auch Uebergänge aus der einen Facies in die andere verfolgen.

Oolith von Doulaincourt oder erste Zone von *Cardium corallinum*, mit *Diceras arietinum, Cidaris florigemma* und zahlreichen Korallen, *Apiocrinus Roissyanus.*

Kalksteine oder Zone der *Hemicidaris crenularis,* mit *Cidaris florigemma, Glypticus hieroglyphicus, Apiocrinus Roissyanus*, zahlreiche Korallen, grosse Scyphien.

Versteinerungleere Mergel.

1. Etage Oxfordien.

Zone des *Ammonites transversarius.*

Baseler Malm, nach **Albr. Müller.**

3. Korallenkalk.

Weisser, gelber, dichter, durch zahlreiche Korallen zuckerkörniger Kalk. An der Westgrenze des Cantons in ansehnlicher, durchschnittlicher Mächtigkeit über 100 Mtr. auftretend.

2. Chaille-Schichten oder *Terrain à Chailles* im Westen des Cantons.

Körnige oder oolithische Kalke und sandige Kalkmergel mit an einander gereihten oder zusammenfliessenden kieselreichen Kalkconcretionen (Chailles). Zahlreiche Korallen, *Glypticus hieroglyphicus.* Die Petrefacten meist verkieselt. Tritt bis 300 Mtr. mächtig am ö. und w. Fuss des Plateaus von Korallenkalk auf.

Scyphienkalke im Osten des Cantons.

Thonige, oder kreideartige Kalke, hauptsächlich in der Nähe der Ketten entwickelt. Grosser Reichthum an Schwämmen, Arten von *Scyphia, Tragos, Cnemidium; Terebratula bisuffarcinata.*

1. Oxfordkalk; Graue oder gelbe thonige Kalke mit Ammonites polygyratus, biplex. Bildet auf den Rogenstein-Höhen (Dogger) vereinzelte Kuppen oder ausgedehnte Terassen.

Das oben erwähnte und vielbesprochene „Terrain à Chailles“ ist nicht allein im Canton Basel, auch im n. Theil von Solothurn, im Berner und angrenzenden französischen Jura entwickelt; eine ausgezeichnete Korallen-Bildung, reich an Krinoiden und Echiniden, arm an Cephalopoden. Bezeichnend sind *Cidaris florigemma, Hemicidaris crenularis, Glypticus hierglyphicus.* Im ö. Jura wird das Terrain à Chailles durch eine Scyphien-Zone ersetzt, wie dies im Canton Basel der Fall. Es kommen aber auch die beiden Zonen neben einander vor, wie solches besonders **Mösch** im Aargau nachgewiesen.

P. Merian hat aber darauf aufmerksam gemacht, wie im eigentlichen Verbreitungs-Gebiete des Terrain à Chailles — also in der nördlichen und westlichen Jurakette — die weitere Entwickelung der jurassischen Schichten auf eine eigenthümliche, von der Entwickelung des östlichen oder schwäbischen Jura unabhängige Weise stattfindet. Es stellen sich nämlich, so besonders in den Umgebungen von Pruntrut folgende Schichten-Gruppen ein:

Virgulien oder Schichten mit *Exogyra virgula.* Weisse oder gelbe thonige Kalke, eine ansehnliche Mächtigkeit bis über 40 Mtr. erreichend. In den obersten Schichten fusslange Nerineen.

Pterocerien, Strombien oder Schichten mit *Pterocera Oceani.* Gelbe Kalkbänke mit Zwischenlagen von Kalkmergel. Auch hier Nerineen häufig, besonders *N. Bruntrutana.* Mächtigkeit im Mittel 50 M.

Astartien (oder Sequanien, nach dem alten Sequanien); Kalksteine und Mergel mit *Astarte supracorallina.*

Weisser Korallenkalk oder Diceratenkalk.

Aargauer Malm, nach **Casimir Mösch.**

Der Aargauer Malm bietet eines der lehrreichsten Beispiele von dem Auftreten dieser Formation; nicht allein wegen ihrer ausgezeichneten Entwickelung, sondern auch insbesondere wegen der meisterhaften Schilderung durch **Mösch,** welche überhaupt eine neue Bahn in der Kenntniss des Malm gebrochen *).

3. Kimmeridgien. (Oberer Malm.)

Plattenkalke. (Krebsscheerenkalke; Zone des *Ammonites steraspis* **Opp.**)
Aus dem Höhgau lassen sich die Plattenkalke in die Umgebungen von Schaffhausen verfolgen, wo sie bis zu 50 Mtr. Mächtigkeit erreichen. Sie finden sich ferner bei Wettingen, Oberbuchsiten u. a. O. Nach **Mösch** sind dieselben mit dem Solothurnischen Virgulien zu parallelisiren.

Wettinger Schichten. (Mittles Kimmeridgien.)
Im Aargau, am Randen, sehr verbreitet; die Felsen des Rheinfalls bei Schaffhausen gehören diesen Schichten an. Es sind kreideweisse Kalksteine. Kieselsäure ist nicht allein in faust- bis kopfgrossen Knauern ausgeschieden; sie durchzieht auch als duftiges Skelett die Kalkbänke, tritt als Versteinerungs-Mittel auf. Grosser Reichthum an Petrefacten. besonders bei Wettingen.

Badener Schichten. (Zone des *Ammonites tenuilobatus* **Opp.** Weisser Jura γ).
Mergelkalke mit Zwischenlagerungen von Thonmergeln. Lassen sich aus dem Klettgau bis in den Aargauer Jura verfolgen; es behält die Zone von Osten her den schwäbischen Scyphientypus bis an den Engelberg bei Olten. Die namentlich bei Baden durch Reichthum an Scyphien, Krinoiden, Echiniden und Ammoniten ausgezeichneten Schichten erreichen eine Mächtigkeit von 10—15 Mtr.

Letzischichten. (Unterstes Kimmeridgien.)
Dünnplattige, gelbe oder graue Kalke, welche auf der Letzi am Bötzberge als lithographische Kalke ausgebeutet wurden. Lassen sich vom Randen bis in die Nähe von Olten verfolgen; Mächtigkeit nicht über 15 Mtr.

2. Corallien. (Mittler Malm.)

Wangener Schichten. (Diceratien. Weisser Jura β).
Bei Wangen unfern Olten, am Südfuss der Jurakette durch reiche Fauna ausge-

*) Geologische Beschreibung des Aargauer Jura. 1867.

zeichnet. Spathige Kalksteine und Oolithe die einer tieferen Lage angehören. Die steten Begleiter von *Diceras*, Nerineen, fehlen nicht.

1. Oxfordien. (Unterer Malm.)

Crenularis-Schichten. (Terrain à chailles.)
Feste Kalkbänke mit Mergelschichten. Die Korallenbildung der Crenularis-Zone vom westlichen Jura ist wegen ihres Reichthums an Petrefacten berühmt, aber es war im östlichen Jura dieser Horizont nicht bekannt, obschon bei Olten die Crenularis-Schichten sehr mächtig mit vielen Sternkorallen auftreten. Es stellt sich aber die östliche Fortsetzung dieser Zone bei Auenstein an der Aar als reine Scyphien-Zone dar, beginnend zwischen den Grenzen der Cantone Solothurn und Aargau sich als grünliche, oolithreiche Bänke bis in die Nähe von Endingen unfern der Rheingrenze verfolgen lassen. Die aargauische Scyphien-Zone besitzt eine andere Fauna wie die westliche Korallenzone, die Echiniden ausgenommen. Namentlich ist *Hemicidaris crenularis* beiden Zonen gemein. Der in der Korallenzone so häufige *Glypticus hieroglyphicus* und *Cidaris florigemma* gehen nicht in die aargauische Scyphien-Zone über.

Geissberg-Schichten. (Untere Abtheilung des terrain à chailles.)
Gelbe Kalkbänke und Mergel (Pholadomyen-Mergel) vom Typus der westschweizerischen, am Geissberg sehr ausgezeichnet entwickelt.

Effinger Schichten. (Impressa-Thone. Weisser Jura α).
Aschgraue Thone, Mergel und Thonkalke; Zwischenlagen plastischen Thones. Am Rugen bei Effingen eine Mächtigkeit von 100 Mtr. erreichend.

Birmensdorfer Schichten. (Zone des *Ammonites transversarius* Opp.)
Graue Kalke mit Mergellagen von sehr schwankender Mächtigkeit (bis 14 Mtr.). Namentlich durch eine reiche Scyphien, Echinodermen und Cephalopoden Fauna ausgezeichnet. (Am Rebberg „Nettel" beim Dorfe Birmensdorf.)

Zusammenstellung der Ablagerungen des Malm.

	Oestlich von Olten.	Westlich von Olten.
3. Kimmeridgien.	Oolithe bei Hattingen. Plattenkalke.	Virgulien (Plattige Kalke).
	Wettinger Schichten (Scyphien-Zone).	Pterocerien. (Wettinger Schichten.)
	Badener Schichten (Scyphien-Zone). Letzischichten.	Oberes / Unteres } Astartien (Badener Schichten).
2. Corallien.	Wangener Schichten (Scyphien-Zone).	Wangener Schichten und Diceratien (Korallen Zone).
1. Oxfordien.	Crenularis Schichten } Scyphien-Z. Oolithe.	Terrain à Chailles (Korallen-Zone).
	Geissbergschichten.	Geissbergschichten.
	Effinger Schichten.	Effinger Schichten.
	Birmensdorfer Schichten (Scyphien-Zone).	Birmensdorfer Schichten (Scyphien-Zone).

Malm in den Alpen der Ostschweiz.

Der Malm setzt in den Schweizer Alpen eine gewaltige Zone zusammen, welche sich vom Walensee bis in die Nähe des Genfer Sees und in das untere Wallis verfolgen lässt. Es ist ein mehrere tausend Meter mächtiger Schichten-Complex, welchem insbesondere die Hauptmasse der Gebirge von Uri und Glarus angehören, deren Gipfel und Gräte bis zu fast eilftausend Fuss ansteigen. Es sind vorwaltend Kalksteine, welche die colossalen Berge zusammensetzen, die auch unter dem Namen „Hochgebirgskalk" bekannt. Sie werden durch ihre Armuth an Petrefacten, durch ihre dunkele Farbe characterisirt. Weisser Jura, sagt daher **C. Mösch,** ist eine kaum anwendbare Bezeichnung für die Niederschläge der Malm-Formation in den Alpen; denn wenn je ein Kalk schwarz genannt werden kann, so ist es der des oberalpinen Jura. Auf etwa 50 Stunden lässt sich diese dunkele Farbe verfolgen, die von Kohlenstoff bedingt, welcher nach **Heer** von Seetang herrührt.

Dem unermüdlichen Forscher **Mösch** ist es gelungen, in den Ostalpen den Malm näher zu studiren und zu ermitteln, wie die Ostalpen in einer Reihe von Niederschlägen mit dem aargauisch-schwäbischen Jura übereinstimmen, während die westlichen Alpen Analogien mit dem westschweizerisch-französischen Jura zeigen. Für den Jura befindet sich, wie oben bemerkt, die Grenzlinie der Fauna etwa in der Richtung Basel-Olten; für den Alpen-Jura in die Fortsetzung der Jura-Linie, ungefähr in die Gegend des Brienzersees.

2. Kimmeridgien.

(Badener Schichten. Horizont des *Ammonites tenuilobatus;* Astartien. Weisser Jura γ. **Quenst.)**

Dunkelschwarze, bröckelige Kalksteine von bedeutender Härte, sehr arm an Versteinerungen. *Terebratula bisuffarcinata, Belemnites semicanaliculatus, Am. tenuilobatus.* Diese Zone bildet ein einige hundert Mtr. mächtiges Band am Mürtschenstock, Mühlnhorn, Glärnisch.

1. Oxfordien.

b) Crenularis-Schichten. (Horizont des *Am. bimammatus.)*

Schwarze Kalke mit Kieselknollen und verkieselten Korallen *(Thecosmilia).* Am Walensee bei Quinten.

a) Birmensdorfer Schichten. (Horizont des *Am. transversarius.)*

Graue Kalksteine, 5—15 Mtr. mächtig. Von Petrefacten häufiger: *Rhynchonella arolica, Am. plicatilis, Am. arolicus.* Diese Kalksteine sind in den Cantonen Uri, Schwyz, Glarus, St. Gallen, sehr verbreitet. **A. Escher von der Linth** nannte sie nach dem Vorkommen am Schilt im Canton Glarus Schiltkalk.

Malm in Hannover, nach **K. v. Seebach.**

Kimmeridge-Gruppe.

Schichten des *Ammonites gigas;* hellgelbe, oolithische Kalke mit Mergelthon wechsellagernd.

Schichten der *Exogyra virgula.* Rauchgraue Kalkbänke mit oolithischem Kalk. *Pholadomya acuticosta.*

Pterocera-Schichten. Weisse, etwas oolithische Kalke, mit Zwischenlagen von Mergel und Thon, 25 F. mächtig. *Pterocera Oceani, Trigonia gibbosa, Astarte circularis, Avicula modiolaris.*

Schichten der *Nerinea Visurgis;* am Lindnerberge:

Weisser mergeliger Kalk, etwa 10 F. mächtig.

Dunkler Thon, reich an Petrefacten, 1 F. mächtig.

Nerineenkalk-Bänke, 6 F. mächtig.

Graublaue Kalke und Mergel, 12 F. mächtig.

Von Leitfossilien ausser *Nerinea Visurgis* noch *Cerithium septemplicatum, C. astartinum, Chemnitzia Bronnii, Ch. abbreviata, Astarte scutellata.*

Oxford-Gruppe.

Korallen-Oolith. Dolomitischer Mergelkalk, mit *Echinobrissus scutatus,* etwa 8 F. mächtig; oolithischer Kalk, mit *Cidaris florigemma,* bis 15 F mächtig; dolomitischer Mergel.

Korallen-Schichten. Dichter Kalk von umgewandelten Korallenstöcken gebildet, 5 F. mächtig und dolomitisches Gestein, bis 8 F. mächtig. Leitfossil: *Isastrea helianthoides.*

Hersumer Schichten (Hersum bei Hildesheim); thonig-kalkiger Sandstein, bis zu 18 F. mächtig: *Gryphaea dilutata* sehr häufig; *Pecten subfibrosus, Ammonites plicatilis.*

Jura im Gouvernement Moskau, nach **Trautschold.**

(Im Nachfolgenden sind sämmtliche Glieder der Jura-Formation zusammengefasst.)

Auf den Bergkalk folgt im Gouv. Moskau eine dünne Decke petrographisch und paläontologisch verschiedener jurassischer Ablagerungen Sie bestehen aus Thonen, sandigen Mergeln, Sandsteinen, Kalksteinen und oolithischen Kalken. Dieser ganze Schichten-Complex ist nicht über 100 F. mächtig und zerfällt in folgende gesonderte Absätze

3. Portland.

   Hellgrüner, glaukonitischer Sand, bis zu 20 F. mächtig; mit *Ammonites fulgens, fragilis; Astarte veneris.*

   Muschelbank mit *Am. catenulatus, Aucella mosquensis* und als gleichzeitige Bildung mit dieser Muschelbank von Charaschowo ist der Sandstein von Katzjelniki zu betrachten.

2. Kimmeridge.

   Schwärzlicher und grüner, thoniger Sand, mit *Am. biplex, Am. virgatus.*

1. Dogger.

   Braune Sandsteine bei Gschel mit *Exogyra spiralis, Ostrea Marshi* und kalkiger Sandstein mit *Pecten fibrosus, Am. polygyratus.*

   Graue Thone mit *Gryphaea signata* **Rouill.,** *Am. alternans.*

Vorkommen von Steinkohle im Malm. Bauwürdige Steinkohlen-Flötze sind bis jetzt nur in der Schweiz nachgewiesen. Auf der Alpe Darbon (Cant. Bern) in einer Meereshöhe von 1625 Mtr. im Kimmeridge bildet Kohle 6—18 Zoll mächtige Lager zwischen braunen Mergelschiefern und sandigen Kalksteinen. Auch auf der Nordseite des Simmenthales, in der Clus, wurde früher Kohle gewonnen.

Alpine Facies des Malm oder tithonische Stufe.

Am nördlichen und südlichen Abhange der Alpen, in den Central-Apenninen, am Nordrande der Karpathen, in Siebenbürgen, in der Dobrudscha, in Spanien, in einigen Gegenden am Mittelmeer findet sich eine eigenthümliche Zwischenstufe zwischen dem oberen Jura und der Kreide, welche sich zu diesen beiden Formationen ungefähr ähnlich verhält, wie die rhätische Stufe zu Keuper und Lias. **Oppel** hat besonders auf dieselbe aufmerksam gemacht und sie als tithonische Stufe bezeichnet.

Als herrschende Gesteine treten besonders Kalksteine auf, von verschiedener,

weisser, grauer, auch rother Farbe; ferner Kalkschiefer. Organische Reste kommen bald in Menge und schön erhalten vor, bald sind sie selten. Die Mehrzahl derselben gehören der tithonischen Stufe ausschliesslich an, wenige werden in oberen jurassischen oder in unteren cretacischen Schichten (Neocom) getroffen. Im Allgemeinen dürfte die tithonische Stufe besser als ein Schlussglied des Jura, denn als Anfang der Kreide-Formation zu betrachten sein. Es lassen sich nach **Zittel** zwei Abtheilungen unterscheiden, ältere und jüngere Tithon-Bildungen, welche häufiger getrennt, seltener zusammen auftreten.

Die Facies-Verschiedenheiten, welche im Malm eine so bedeutende Rolle spielen, machen sich auch in der tithonischen Stufe in hohem Grade geltend. Nach **Zittel** lassen sich drei verschiedene Facies unterscheiden.

1. Die Cephalopoden-Facies ist die häufigste. In ihr dominiren Ammoniten und Belemniten, nächst ihnen Brachiopoden, einige Echiniden.

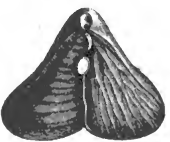
Dahin gehören namentlich die Stramberger-Schichten, bei Stramberg an der östlichen Grenze Mährens, massige Kalksteine, ausgezeichnet durch die grosse Menge von Cephalopoden, welche sie enthalten. (**Zittel** hat aus denselben 56 Cephalopoden-Species beschrieben.) Ferner gehören dahin die sog. Klippenkalke der Karpathen, über welche **Neumayr** eine vorzügliche Arbeit lieferte. Namentlich bei Rogoznik in Westgalizien sind dieselben entwickelt. Es lassen sich hier eine ältere Zone (unteres Tithon) unterscheiden und eine jüngere (oberes Tithon). Die erste besteht aus muschelreichen Breccien und hellgefärbten Kalken, letztere aus grauen Kalken mit den Cephalopoden der Stramberger Schichten, die aber auch von vielen Brachiopoden begleitet werden. Die rothen und weissen Ammoniten-Kalke des südlichen Tyrol gehören ebenfalls hierher, die sog. Haselberger Schichten, rother Kalkstein und Marmor, reich an Ammoniten, am Haselberg südlich von Traunstein; so wie der Kalk von Port-de-France, ein dichter hellfarbiger Kalkstein, in welchem bei Grenoble grosse Steinbrüche betrieben werden. Cabra in Spanien.

2. Die Aptychien-Facies. Kalkige Schiefer, die sich auf grosse Strecken hin ganz entblösst von organischen Resten zeigen. Aptychen, mit vereinzelten Cephalopoden kommen in ihnen hauptsächlich vor. Die Aptychenkalke finden sich zumal im Ammergau in Bayern; bei Oberalm im N. von Hallein: weissliche Kalkschiefer, die hier ziemlich reichlich Aptychen nebst gedrückten Ammoniten enthalten. Dann auf der Balfriesalpe (sog. Balfries-Schichten) am westlichen Abhang des Churfirsten. Endlich am Rande der Karpathen. — **Neumayr** hat darauf aufmerksam gemacht, wie solche Aptychen führende Schichten aus grösseren Meerestiefen stammen müssen, als jene, welche die Gehäuse enthalten (Cephalopoden-Facies), weil nach dem Tode der Bewohner die schweren Aptychen zu Boden sanken, während die leichteren Gehäuse weiter trieben, um an seichteren Stellen zu stranden.

3. Korallen- und Schwamm-Facies ist durch den Mangel an Cephalopoden gewöhnlich characterisirt, während neben den Korallen und Spongien auch noch Brachiopoden und Gasteropoden auftreten und unter letzteren besonders die Nerineen ungemein häufig. Diese Facies kommt bei Stramberg ebenfalls vor, bei Inwald, bei Pirgl unfern St. Wolfgang; durch Reichthum an Fossilien ist zumal der sog. Wimmiskalk bekannt, welcher an der Wimmisbrücke am Ausgang des Simmenthales auftritt, ebenso der Kalk vom Mont Salève bei Genf. Durch Häufigkeit der Nerineen sind endlich manche Kalksteine im Norden Siciliens ausgezeichnet; so der Monte Pellegrino.

Die Fauna der tithonischen Stufe ist an einzelnen Orten eine sehr reiche

Schwämme und Korallen, Brachiopoden, Pelecypoden, Gasteropoden und Cephalopoden. Unter den Brachiopoden ist insbesondere eine Species wegen ihrer grossen Verbreitung als eines der wichtigsten Leitfossilien, zumal für den unteren Theil der Gruppe, hervorzuheben: die *Terebratula diphya* **Col.** Sie findet sich in den rothen und weissen Kalken, den „Diphya-Kalken" im südlichen Tyrol, in den Venetianer Alpen in



Terebratula diphya.

grosser Menge, aber auch in den Karpathen. — Unter den Gasteropoden gewinnt zumal die Gattung *Nerinea*, wegen der Zahl der Species und Individuen Bedeutung, so dass vollständige „Nerineenkalke" entstehen. Namentlich sind aber characteristisch unter den Cephalopoden *Ammonites* nebst den neu unterschiedenen Untergattungen: *Phylloceras* **Süss**; *Lytoceras* **Süss**; *Haploceras* **Zittel**; *Oppelia* **Waagen.** — Als einige der bezeichnendsten Ammoniten seien nur folgende genannt. *Ammonites serus* **Oppel** *(Phylloceras):* im unteren Tithon bei Rogoznik u. a. O. der karpathischen Klippen, im apenninischen Marmor, bei Palermo, in den Diphyakalken der Südalpen, im oberen Tithon bei Stramberg. *Ammonites ptychostoma* **Benecke** *(Phylloceras).* Sehr häufig in den südalpinen Diphyakalken, im Ammoniten-Marmor, bei Rogoznik, Stramberg, Palermo. *Ammonites ptychoicus* **Quenst.** *(Phylloceras).* Findet sich allenthalben wo die tithonische Stufe mit Cephalopoden-Facies auftritt. *Ammonites tortisulcatus* **d'Orb.** *(Phylloceras)* durch seine grosse vertikale Verbreitung ausgezeichnet, auch in älteren Schichten wie tithonische. *Ammonites lithographicus* **Oppel** *(Oppelia)* im Tithon und Solenhofer Schiefer. — Unter den *Aptychus* ist zumal *A. Beyrichi* **Oppel** häufig.

Von besonderem Interesse ist der durch **Casimir Mösch** neuerdings gelieferte Beweis vom Vorkommen der tithonischen Stufe in den Alpen der Ostschweiz.

c) Diphykalke, dunkelschwarze bis graue Kalke. Von Petrefacten fand **Mösch** unter andern, ausser *Terebratula diphya* **Cat.** noch *Terebratula bisuffarcinata, Ammonites lithographicus* **Opp.** *(Oppelia), Amm. ptychoicus (Phylloceras), Aptychus latus* und *lamellosus, Belemnites semicanaliculatus;* aber auch Schwämme: *Scyphia reticulata* und *texturata;* so wie den Fucoiden *Nulliporites hechingensis.* — Die Diphykalke scheinen eine grosse Verbreitung zu besitzen und einen nicht geringen Theil des oberjurassischen Kalkgebirges der Ostalpen auszumachen, so am Tödi, Uri-Rothstock, Windgälle, Glärnisch, Mürtschenstock u. a. O.

b) Aptychenschiefer. Dunkelfarbige Schiefer, die auf der Alpe Balfries am Alvier eine Mächtigkeit von etwa 130. **Escher** bezeichnete sie als „Balfries-Schiefer." — Sie enthalten mehre undeutliche Arten von *Aptychus* und finden sich am Pragel, Glärnisch, Mürtschenstock, in den Walenstadt-Sarganser Alpen; an einzelnen dieser Orte auf den „Stramberger-Schichten" lagernd.

a) „Stramberger Kalke", hellgraue Kalksteine, enthalten reichlich Krinoiden- und Echiniden-Reste, verschiedene Nerineen unter denen *Nerinea Zeuschneri* **Süss** die häufigsten. Finden sich am linken Ufer des Walensees, am Mürtschenstock.

Jura-Provinzen. Die jurassischen Ablagerungen Europas zerfallen in drei

räumlich getrennte Provinzen: die russische, die mitteleuropäische und die mediterrane. Sie bilden wesentlich drei parallele, westöstlich verlaufende Gürtel. Der nördlichste derselben beginnt in der Nähe der Petschora; ihm gehören alle Jura-Vorkommnisse des mittleren Russland an, so wie die von Grönland. Südlich davon liegt die mitteleuropäische Provinz, welcher die Ablagerungen in Deutschland, einem Theil von Frankreich, England, in den baltischen Ländern, Gegend von Brünn und Krakau angehören. Der mediterranen Provinz endlich wird der Jura in den Alpen, in den Cevennen, in Italien, Karpathen und Balkan-Halbinsel zugezählt. Als einige characteristische Unterscheidungs-Merkmale für diese Jura-Provinzen gelten besonders: abweichende petrographische Verschiedenheit; lückenkafte Ausbildung des mediterranen Jura; endlich das massenhafte Auftreten der Phylloceras- und Lytoceras Arten in den Cephalopoden führenden Schichten im mediterranen Jura, die den anderen Provinzen entweder gänzlich fehlen oder nur in geringer Zahl der Arten und Individuen auftreten. Die russische Provinz wird besonders durch den Mangel an Riffe bildenden Korallen characterisirt, so wie durch das Fehlen der (neu aufgestellten, früher zu den Ammoniten gestellten) Gattungen *Oppelia* und *Aspidoceras*, welche letztere, so wie Korallen im mitteleuropäischen Jura so verbreitet. Diese merkwürdigen Differenzen in der Fauna, die unabhängig von den lokalen Einflüssen der Facies-Verhältnisse, durch die nördlichere oder südlichere Lage bedingt, können nach **Neumayr** nur durch Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen und der Temperatur des Meerwassers erklärt werden.

Purbeck-Gruppe oder oberste Stufe des Malm.

Verbreitung. Verglichen mit dem eigentlichen Malm eine geringe, auf wenige Gebiete beschränkte, nämlich: 1) Im südöstlichen England auf der Halbinsel Portland. 2) Im nordwestlichen Deutschland: Hilsmulde, am Osterwald, Deister; in den Umgebungen von Bentheim, Ochtrup. 3) Eine kleine vereinzelte Ablagerung im westlichen Jura der Schweiz, im Westen von Locle.

Von den Versteinerungen der Purbeck-Gruppe.

Pflanzen sind hauptsächlich in England nachgewiesen: Farnkräuter, Coniferen und Cycadeen, keine Angiospermen. Vermittelst dieser Flora schliesst sich der Purbeck mehr an den Jura an. — Unter den thierischen Resten werden die Mollusken nur durch Pelecypoden und Gastropoden vertreten. Erstere durch die Gattungen Corbula, Cyrena, Cyclas, Modiola, Ostrea, letztere durch Melania, Planorbis, Paludina, Limneus, Turritella. Diese Conchilien sind theils Süsswasser-, theils Meeresbewohner; der Purbeck demnach eine Brackwasser Bildung. Ferner verdient von Anneliden die Gattung Serpula, von Krustern Cypris Erwähnung. Wirbelthiere finden sich zumal in England; von Fischen Lepidotus, Microdon; von Sauriern Macrorhynchus, von Säugethieren Plagiaulax, Galestes, Triconodon.

Unter den Leitfossilien sind zu nennen:

Corbula inflexa **Dunk.** Die wichtigste Leitmuschel, zumal in Deutschland im

Plattenkalk, wie im Münder Mergel. *Corbula alata* **Dunk.** Ebenfalls sehr häufig in diesen beiden Zonen.

Modiola lithodomus **Dunk.** Im Plattenkalk.

Cyrena subtransversa **Roem.** und *Cyrena lentiformis* **Roem.** im Serpulit.

Ostrea distorta **Sow.** Im mittlen Purbeck Englands.

Turritella minuta **Dunk.** Plattenkalk.

Paludina Schusteri **Roem.** Münder Mergel.

Serpula coacervata **Blumenb.** Leitfossil des Serpulit, ganze Schichten erfüllend, zumal am Deister.

Cypris hauptsächlich im englischen Purbeck und zwar in dessen drei Stufen durch verschiedene Species vertreten. Im unteren *Cypris punctata* **Forb.** und *Purbeckensis* **Forb.**; im mittlen *Cypr. granulata* **Sow.**, *fasciculata* und *striato-punctata* **Forb.**; im oberen *Cypr. leguminella, tuberculata* und *gibbosa* **Forb.**

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der Purbeck-Gruppe.

In England.

Die Schichten dieser Gruppe sind gut aufgeschlossen in der Bucht von Durdlestone bei Swanage, Dorsetshire und zwischen Swanage und Weymouth.

3. Obere Abtheilung, bis 50 F. mächtig, der sog. „Purbeck-Marmor", mit *Paludina, Physa, Planorbis, Cyclas, Cypris.*
2. Mittle Abtheilung, bis 30 F. mächtig.
   Süsswasserkalk, mit *Cypris.*
   Brackwasserkalk, mit *Corbula* und *Melania.*
   Marine Schichten mit *Pecten, Modiola, Avicula.*
   Brackische Kalke und Schiefer mit *Lepidotus.*
   „Cinder-Bed", etwa 12 F. mächtige Schicht erfüllt mit Schalen von *Ostrea distorta, Hemicidaris Purbeckensis* **Forb.** und *Perna.*
   Süsswasser-Schichten mit *Cypris, Paludina,* Reste von *Chara.*
   Grüne Schiefer mit Meeresmuscheln.
1. Untere Abtheilung, etwa 80 F. mächtig.
   Süsswasser Mergel mit *Cypris.*
   Brackwasser-Schichten, reich an *Serpula coacervata.*
   „Dirt-Bed" (Kothschichte), 12—18 Zoll mächtig, von dunkelbrauner oder schwarzer Farbe, mit Braunkohlen-Theilen und Geröllen 3—8 Zoll im Durchmesser. Diese merkwürdigen Schichten vorweltlicher Dammerde — denn als solche sind sie zu betrachten — enthalten in Menge verkieselte Stämme von Cycadeen (z. B. *Mantellia nidiformis* **Brongn.**) und von Coniferen. Die Stämme liegen horizontal und erreichen über Fuss-Dicke, während die Stöcke, zumal der Coniferen aufrecht stehen.
   Unterster Süsswasserkalk, etwa 8 F. mächtig, mit *Cyclas, Valvata.*

Im nordwestlichen Deutschland, am westlichen Deister zwischen Nienstedt und Egestorf, nach **Heinr. Credner.**

3. Serpulit.
   Dichter bis feinkörniger oolithischer Kalk, erfüllt von *Serpula coacervata,* bis 2 F. mächtig.
   Schieferthon mit Mergelkalk wechselnd, 12—15 F. mächtig.
   Stinkspath und Anthrakonit, aus Cyrenen-Schalen zusammengesetzt, bis $^3/_4$ F. mächtig.

Weisser, krystallinischer Baryt, bis $^3/_4$ F. mächtig.
Grauer, oolithischer Kalk, 1 F. mächtig.
Schieferthon und Mergelkalk, bis 10 F. mächtig.
Grauer, fester Kalk, $^1/_2$ F. mächtig.
Grauer Schieferthon und Mergelkalk, 8 F. mächtig.
Platte grauen Kalkes, nur bis 2 Zoll dick, angefüllt mit *Serpula coacervata*, *Corbula inflexa*.

2. Münder Mergel (wegen ihrer Verbreitung bei Munder so genannt, bis zu 1000 F. Mächtigkeit erreichend)
Magnesiahaltiger Mergelkalk.
Bunte, dem Keupermergel ähnliche, Mergel, wechsellagernd mit grauem Thon und Gyps.

1. Eimbeckhäuser Plattenkalk.
Graue, dünngeschichtete Kalksteine, arm an Versteinerungen, mit Zwischenlagen von Mergel, bis zu 300 F. mächtig.
Schieferthone, bis 40 F. mächtig, mit Zwischenlagen von Mergelkalk; *Corbula inflexa.*
(Liegendes: Virgula-Schichten.)

Bei Villers-le-Lac am Doubs, westlich von Locle.

3 Graue oder schwarze Kalkbänke, von geringer Mächtigkeit.
2. Graue oder schwarze Mergel. mit Nestern von Gyps, 3—6 Mtr. mächtig.
1. Sandige und zellige Dolomit-Bänke, bis 17 Mtr. Mächtigkeit erreichend.

III. Kreide-Formation.

Die Kreide-Formation hat ihren Namen von der weissen, der sog. Schreib; kreide erhalten. Diese kommt aber keineswegs in allen Verbreitungs-Gebieten vor- in vielen wird sie gänzlich vermisst, während Kalksteine, Sandsteine oder Thone als herrschende Gesteine auftreten. Ueberhaupt gibt es keine Formation, in welcher der Gesteins-Character in verschiedenen Gegenden ein so wechselnder, keine wo man der Leitfossilien so sehr bedarf, um sich über Schichten gleichen Alters zu vergewissern.

Gesteine der Kreide-Formation.

Als herrschende Gesteine erscheinen Sandsteine und Sand-Ablagerungen, Kalksteine, Mergel und Thone, zuweilen Conglomerate.

Unter den verschiedenen Sandsteinen sind besonders häufig:

Quarzsandstein, meist feinkörnig, oft quarzitartig aussehend, grau, gelb; das kieselige Bindemittel scheidet sich nicht selten in Adern, Trümern oder Knollen als Hornstein aus. In Sachsen, Schlesien, Böhmen, am Harz, ein Theil des sog. Quadersandstein.

Mergelsandstein und Kalksandstein, ebenfalls meist feinkörnig, so dass die Quarz-Körnchen manchmal kaum zu erkennen; enthält feine Glimmer-Schuppen und

hie und da Glaukonit-Körnchen; von gelber, grauer Farbe. Sog. Plänersandstein in Sachsen, Ostbayern gehört hierher.

Eisenschüssiger Sandstein. Das kieselige oder thonige Cäment enthält viel Eisenoxydhydrat, daher gelbe oder braune Farben vorwaltend. Am Teutoburger Wald.

Glaukonitischer oder Grünsandstein. Neben den Quarz-Körnchen stellen sich Körner von Glaukonit so reichlich ein, dass sie eine grünlichgraue oder grüne Farbe des Gesteins bedingen Cäment bald thonig, bald kalkig. Chem. Zus. eines Grünsandsteins von Buke in Westphalen: 81,23 Kieselsäure, 10,07 Thonerde, 4,99 Eisenoxydoxydul, 0,55 Kalkerde, 0,54 Magnesia, 0,04 Kali, 3,29 Wasser. S. = 100,71. Grünsandsteine sind häufig in Westphalen, Sachsen, Ostbayern, zumal aber in England, in New-Jersey.

(Der Glaukonit, welcher nicht allein in den Sandsteinen, sondern noch anderen Gesteinen der Kreide-Formation so häufig getroffen wird, erscheint in Körnern von der Grösse des Schiesspulvers, von seladon- bis schwärzlichgrüner Farbe. Chem. Zus. eines Glaukonits von Cham in der Oberpfalz, nach **Haushofer:** 50,2 Kieselsäure, 28,1 Eisenoxyd, 4,2 Eisenoxydul, 1,5 Thonerde, 5,9 Kali, 8,6 Wasser.)

Phosphoritsandstein. Die Quarz-Körner, neben welchen auch Glaukonit-Körner vorhanden, durch ein dichtes, braunes Cäment verbunden, welches aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk besteht. Chem. Zus. eines Phosphoritsandsteines von Grodno in Russland, nach **C. Schmidt:** Phosphorsäure 16,180, Kohlensäure 2,298, Schwefelsäure 0,076, Kalkerde 15,582, Magnesia 0,763, Fluorcalcium 3,535, Kali 0,751, Natron 0,593, Eisenoxyd 3,575, Thonerde 5,814, Kieselsäure 42,965, basisches Wasser und organische Substanz 4,702, hygroscopisches Wasser 0,910. S. = 100,744. Phosphoritsandsteine sind in Russland namentlich zwischen Orel und Kursk verbreitet.

Sandablagerungen gelangen in der Kreide-Formation zu einer grösseren Entwickelung, wie in den älteren Formationen.

Quarzsand. Quarzkörner von der Grösse eines Pulverkornes bis einer Erbse setzen den vorwaltenden Bestandtheil weisser, grauer, gelber Ablagerungen von Sand zusammen, denen oft einzelne Thon- oder Sandstein-Schichten eingeschaltet oder Knollen von Sandstein, von Quarz oder von mit Sand gemengten Brauneisenerz, sog. Knollensande. — Solche lose Quarzsande finden sich in Westphalen, bei Quedlinburg, in Sachsen bei Dresden, in Surrey, England u. a. O.

Glaukonitsand oder Grünsand, d. h. Ablagerungen aus losen Quarz- und Glaukonit-Körnern zusammengesetzt, erlangen in manchen Gebieten eine ansehnliche Verbreitung.

Die Kalksteine sind selten reine, krystallinische Kalksteine, meist durch die verschiedensten Beimengungen verunreinigte, mit mannigfachen Namen belegte.

Thoniger Kalk, meist dicht, von grauer oder gelblicher Farbe. Dahin gehören der sog. Hilskalk von der Hilsmulde in Hannover; der sog. Plänerkalk, welcher in Sachsen, Böhmen, Ostbayern sehr verbreitet. Chem. Zus. des Plänerkalkes von Weinböhla in Sachsen: 76,43 kohlensaurer Kalk, 1,25 kohlensaure Magnesia, 1,50 Eisenoxyd, 20,27 Thon. Ferner der Neocomkalk, welcher in den Schweizer Alpen verbreitet, der sog. Seewerkalk, ein grauer oder rother, dichter Kalkstein mit ausgezeichnet muscheligem Bruch, dünnschichtig, auf den Ablosungen mit fettglänzenden Thonblättern bedeckt; häufig Feuerstein-Knollen enthaltend. In der Ostschweiz,

zwischen Seewen und Schwyz. Scaglia, dichter, weisser oder rother Kalk, dünnschichtig, plattenförmig, mit Feuerstein-Knauern; in den Vicentinischen Voralpen.

Kieselkalk, dichter, harter Kalkstein von grauer, auch schwarzer Farbe, mit geringerem oder grösserem Gehalt an Kieselsäure. Enthält Kieselknollen. Appenzeller Alpen, am Pilatus. Dahin gehört auch der unter dem Namen Pietra forte bekannte, grünlichgraue Kieselkalk von Florenz.

Weisse Kreide. Die sog. Schreibkreide ist keine reine, krystallinische Kalkbildung, sondern ein Gemenge von feinerdigen Theilchen von kohlensaurem Kalk mit vielen mikroskopischen kalkigen Schalen von Polythalamien. Chem. Zus. der weissen Kreide von Ringsted: 98,986 kohlensaurer Kalk, 0,371 kohlensaure Magnesia, 0,073 schwefelsaurer Kalk, 0,045 phosphorsaurer Kalk, 0,436 Kieselsäure, 0,089 Eisenoxyd. S. = 100,00; der Schreibkreide von Grodno in Russland, nach **Ehmcke:** 54,83 Kalkerde, 43,08 Kohlensäure, 0,55 Thonerde, 0,96 Thon und Sand, 0,21 Wasser. S. = 99,63.

Gelbe und graue Kreide ist mehr oder weniger mit Thon gemengt, bildet den Uebergang in die Kreidemergel.

Glaukonitische Kreide, von grünlichweisser bis grünlichgrauer Farbe, durch Glaukonit-Körnchen bedingt, meist thonhaltig.

Kreidetuff oder Tuffkreide, sehr lockere, zerreibliche Kalkmasse von hellgelber Farbe, ein Aggregat der verschiedensten organischen Reste (besonders Korallen), aus deren vollständigen Zertrümmerung und Schlemmung hervorgegangen. Am Petersberg bei Mastricht.

Korallenkreide, von den Dänen Limsteen genannt, durch Kreide-Substanz verbundene, zahlreiche Korallen-Theilchen. In Dänemark sehr verbreitet, besonders: Stevensklint.

Faxekalk, nach dem typischen Vorkommen am Faxebakken benannt, stellt sich bald als ein Bryozoen-Kalk dar, indem die ganze Masse aus Resten dieser Thiere besteht, bald als ein Korallenkalk, bei welchem theils deutliche und grosse Korallen-Zweige durch kalkigen Schlamm zusammengehalten, theils in dichter Kalkmasse die Korallen erst nach näherer Untersuchung sichtbar werden (d. h. nach Behandlung mit Säure, durch Anschleifen).

Unter den verschiedenen Mergeln, die sich meist aus den thonigen Kalken entwickeln, sind besonders zu nennen:

Plänermergel (Quadermergel), grau, gelb, auch gefleckt, mit einem häufigen Gehalt an Kieselerde, ohne dass solche deutlich ausgeschieden; mit kalkigen Zwischenlagen oder Kalkknollen. In Sachsen, Böhmen, Ostbayern, Westphalen sehr verbreitet.

Glaukonitischer Mergel, von grünlichgrauer Farbe, die Glaukonit-Körnchen bald reichlich, strichweise vertheilt, bald vereinzelt; neben ihnen nicht selten Quarz-Körnchen.

Kreidemergel, weiss, hellgrau und viel weicher, milder wie die anderen Mergel, Gemenge von Kreide-Substanz mit Thon; manchmal auch glaukonitisch. Westphalen, England.

Flammenmergel, ein Thonmergel mit Quarzsand, grau, mit helleren, flammigen Streifen; auch kieselige Concretionen enthaltend. Im nordwestlichen Deutschland sehr verbreitet.

Thone erscheinen unter ähnlichen Verhältnissen wie in der Jura-Formation, d. h. bald nur untergeordnete Schichten (zumal zwischen Sandstein) bildend, bald in Ablagerungen von ansehnlicher Mächtigkeit.

Wealdenthon, blaulichgrauer, fetter Thon, mit Nieren von Thoneisenstein und untergeordneten Kalk- und Sandstein-Schichten; eine Mächtigkeit von 200—300 Fuss erreichend. Nach seiner Verbreitung in den „the weald" (Wald) genannten Gegenden in Sussex, Surrey, Kent. Eine ähnliche (gleichalterige) Thonbildung findet sich im nordwestlichen Deutschland; ein dunkelgrauer, dünnschichtiger, magerer Schieferthon mit Zwischenlagen eines sandigen Kalksteins.

Hilsthon (nach seinem Vorkommen in der Hilsmulde in Hannover benannt), grau, gelblich, plastisch wenn er nicht reichlichen Quarzsand aufnimmt; enthält öfter lagenweise geordnete Nieren von Thoneisenstein oder Mergelkalk.

Gault. Unter diesem Namen wird ein in England verbreiteter Thon aufgeführt: er ist blaulich oder grau; fettig, enthält oft Krystall-Concretionen oder Knollen von Pyrit und Markasit; zuweilen ist derselbe glaukonitisch. In Cambridgeshire, Kent (besonders bei Folkstone), in Sussex, Surrey.

Specton-Thon, dunkelgrau, schieferig, mit Nieren von Thoneisenstein; bei Specton in Yorkshire 180 F. mächtig auftretend.

Schieferthon, dünnschichtig, bildet Zwischenlagen von geringer Mächtigkeit in den Sandsteinen; Sachsen, Böhmen, Schlesien, enthält zuweilen Pflanzen-Reste.

Conglomerate erlangen im Allgemeinen weder eine grosse Verbreitung noch Mächtigkeit.

Quarz-Conglomerate, oft auch nur wenig verkittete Gerölle-Massen, oder sogar lose Gerölle-Ablagerungen machen in manchen Gegenden die Unterlage der Kreide-Formation aus. Sachsen, Schlesien, Westphalen.

Tourtia heisst in Belgien ein der Kreide-Formation angehöriges Conglomerat.

Unter den **Mineral-Vorkommnissen** verdienen besonders **Feuerstein, Phosphorit-Knollen, Thoneisensteine** und **oolithisches Eisenerz** Erwähnung.

Feuerstein ist in der eigentlichen weissen Kreide überaus häufig, weniger in der grauen und in den Kreidemergeln. Er findet sich besonders in Knollen von verschiedener Grösse und Gestalt, die im Innern graulichbraun oder schwarz, aussen eine weissliche, erdige Rinde besitzen aus Kieselerde bestehend. Die Knollen enthalten oft verkieselte organische Reste oder auch Mineralien, wie Kalkspath, Cölestin: meist liegen sie lagenweise geordnet mit grosser Stetigkeit neben einander. Eine wichtige Rolle spielt Feuerstein als Versteinerungs-Mittel, zumal von Schwämmen. Die Echiniden erscheinen sehr häufig als Steinkerne, indem ihr Gehäuse mit Feuerstein ausgefüllt wurde. Auch in der Form von Schichten, die der Kreide eingebettet, wird zuweilen Feuerstein getroffen: Dover, Meudon, Dänemark.

Phosphorit-Knollen kommen in Gault, Grünsand, Kreide in verschiedenen Gegenden vor und zwar meist lagenweise, ähnlich wie die Feuersteine, gewöhnlich von Nuss-Grösse. Besonders sind dieselben in Frankreich verbreitet durch mehrere Departements: Ardennen, Haute Marne, Aube und Yonne, der Aisne, Oise u. a. — Ebenso in England, wie z. B. bei Upware in Cambridgeshire; im unteren Grünsand

von Bedforshire bei Sandy; die Phosphat-Knollen enthalten Fragmente von Muschel-Schalen; bei Farnham u. a. O. in Surrey, im Gault und oberen Grünsand, meist mit Glaukonit zusammen. In Estremadura, bei Montanchez und Caceres finden sich ansehnliche Phosphorit-Lager im Quadersandstein. — Auch in der Schweiz, im Grünsand (Gault) finden sich Phosphat-Knollen, wie z. B. auf der Plattenalp, am Wallenberg. — Ferner kommen Phosphat-Knollen in Podolien vor; so im österreichischen Dniester-Gebiete, bei Chudikowce im Grünsand, begleitet von Ammoniten-Schalen und von fossilem Holz. Die das dortige Grünsand-Gebirge durchsetzende Schicht ist bis 4 Z. mächtig. Endlich finden sich in der ostbaltischen Kreide, in über der weissen Kreide lagernden Kreidemergeln im Gouv. Grodno Phosphorit-Knollen, bei Mela. Es gewinnt dieses, neuerdings durch **Grewingk** beschriebene Vorkommen noch besonderes Interesse, weil es die bisher auf 20,000 Quadr. Werst bekannte, von der Wolga bei Simbirsk bis in das Desna-Gebiet im Gouv. Smolensk, russische Phosphorit-Zone noch weiter nach Westen ausdehnt.

Thoneisenstein findet sich vielorts; sehr ausgezeichnet im Neocomien im Hildesheimischen und Braunschweigischen. Es sind rundliche oder eckige Körner, lose oder durch Thon verbunden. Namentlich in den Umgebungen von Salzgitter erreichen diese unter dem Flammenmergel befindlichen Erzlager eine ansehnliche Mächtigkeit und wie die Eisenerze im Dogger so enthalten sie Petrefacten, welche ihre Alters-Verhältnisse beweisen, wie z. B. Exogyra Couloni, Belemn. subquadratus. Auch in österreichisch Schlesien, bei Tetschen u. a. O. kommen in der Unterkreide Einlagerungen von Sphärosiderit vor. — In der oberen (senonen) Kreide Hannovers bei Peine findet sich ein etwa 15 F. mächtiges Lager, bestehend aus Geröllen von Brauneisenerz durch Eisenoxydhydrat oder Mergel verkittet; das Cäment enthält Ostrea vesicularis, Belemnitella quadrata und andere senone Leitfossilien.

Oolithisches Eisenerz kommt unter andern im oberen Grünsand des Oise-Dep. vor, so wie im Neocomien des Dep. Haute-Marne.

Eintheilung der Kreide-Formation.

Die Kreide-Formation wird in zwei Hauptabtheilungen geschieden: die untere oder ältere Kreide und die obere oder jüngere Kreide.

Jede dieser beiden Abtheilungen wird noch in weitere Unterabtheilungen gebracht und mit besonderen Namen belegt, die meist auf Localitäten gegründet, wo die einzelnen Stufen typisch entwickelt.

II. Obere Kreide-Formation.

3. Senone Kreide oder Senonien. Weisse Kreide Englands, Frankreichs, Dänemarks, auf Rügen. Kreidetuff. Oberer Quadersandstein. Sewerkalk.

2. Turone Kreide oder Turonien. Untere Kreide und Kreidemergel Englands, Frankreichs. Plänerkalk, Plänermergel und deren Aequivalente.

1. Cenomane Kreide oder Cenomanien. Oberer Grünsand Englands, Frankreichs; unterer Pläner und Quadersandstein.

Obige Namen von **d'Orbigny** gegeben, beziehen sich auf französische Oertlichkeiten: Senonien auf die Stadt Sens; Turonien auf den Landstrich Touraine; Cenomanien auf den lateinischen Namen Cenomanum der Stadt Mans (Sarthe-Dep.).

I. Untere Kreide.
2. Gault-Formation.
b) Albien, nach dem lateinischen Namen Alba des Aube-Departements.
a) Aptien, nach dem Orte Apt, Basses-Alpes.

1. Neocom-Formation.	Wälder-Formation.
(Hilfsformation Norddeutschlands, Unterer Grünsand Englands.)	(Gleichzeitige limnische Bildung.)

Verbreitung der Kreide-Formation.

Die Verbreitung ist eine ausserordentliche. In England namentlich im östlichen und südlichen Theil, in den Küsten-Gegenden. In Frankreich in den Gebieten der Seine, Loire, Rhone, am Abfall der Pyrenäen. In Deutschland in den Umgebungen von Aachen, in Westphalen, Hannover, am Teutoburger Wald und Harz; in Sachsen, Böhmen, Schlesien, Mähren; auf Rügen und Helgoland; durch einen grossen Theil der Alpen, insbesondere in Bayern, Salzburg, in der Schweiz. Ferner in Dänemark, in Polen; im mittlen und südlichen Russland; Grönland; in Spanien und Portugal; in Italien, Sicilien, Griechenland; am Kaukasus; in New-Jersey, Alabama, Tenessee, Texas; dann im südlichen Amerika an den Anden, endlich in Egypten, Algerien.

Von den Versteinerungen der Kreide-Formation.

In der ganzen Kreide-Formation kommen keine Pflanzen von allgemeiner Verbreitung vor. Vielen Gebieten fehlen sie gänzlich, während sie an einzelnen Oertlichkeiten reichlich getroffen werden. Es sind Meeres- und Landpflanzen.

In der Unterkreide finden sich Fucoiden, von Landpflanzen besonders in der Wälder-Formation Farnkräuter, Cycadeen und Coniferen. In der oberen Kreide kommen ebenfalls Fucoiden und die genannten Landpflanzen vor: aber es treten auch die ersten angiospermen Dicotyledonen auf.

Die Fauna der Kreide-Formation ist eine ebenso reichhaltige als mannigfaltige. Spongien erscheinen namentlich in der oberen Kreide; die Gattungen Scyphia, Siphonia, Manon, Coeloptychium, Spongia u. a. Foraminiferen betheiligen sich durch die ganze Formation in hervorragender Weise an der Zusammensetzung der Gesteine, besonders Orbitulina. Die Korallen treten erst in der oberen Kreide in grösserer Menge auf: die Gattungen Cyclolites, Thamnastraea, Microbacia, Parasmilia u. a.; die Bryozoen erscheinen in ausserordentlicher Menge in der weissen und Tuffkreide. Von den Strahlthieren liefern die Krinoiden wenig Leitfossilien, während die Echiniden in ungewöhnlicher Zahl auftreten: Toxaster, Pyrina, Discoidea, Cidaris, Cyphosoma, Catopygus, Cassidulus, Galerites, Micraster und Ananchytes. Unter den Mollusken sind die Brachiopoden wieder durch Terebratula und Rhynchonella repräsentirt, denen sich aber in der oberen Kreide noch andere beigesellen: Magas, Crania u. a. Die Pelecypoden sind von Bedeutung wegen der vielen Gattungen und besonders der Arten-

Zahl, mit welcher einige Gattungen erscheinen: Exogyra, Ostrea, Inoceramus, Spondylus, Pecten (Janira), Lima, Trigonia, Thracia, Plicatula; namentlich verdient aber die zu den Pelecypoden gehörige, auf die Kreide-Formation beschränkte Familie der Rudisten Beachtung mit den Gattungen: Caprotina, Hippurites, Caprina, Radiolites und Sphaerulites. Für die Süsswasserbildungen endlich Cyrena, Cyclas, Unio. Die Gastropoden liefern, die Wälder-Formation ausgenommen, wenig Leitfossilien (hier erscheinen Melania, Paludina und Planorbis) während dieselben sonst allerdings als lokale Leitfossilien sich zeigen: Nerinea, Turritella, Pleurotomaria, Dentalium u. a. Die Cephalopoden endlich erscheinen unter sehr denkwürdigen Verhältnissen. Zunächst die Gattungen Ammonites und Belemnites (nebst Belemnitella) zum letzten male und nicht mit vielen Arten. Dann aber die zu den Ammoneen gehörigen, sonderbar gestalteten Gattungen Ancyloceras, Crioceras, Toxoceras, Ptychoceras, Hamites, Turrilites und Scaphites. Endlich Nautilus, die einzige Gattung der Cephalopoden, welche noch nach der Kreide-Periode erscheint. — Unter den Gliederthieren sind von Bedeutung Würmer: Serpula, von Krebsen Schalenkrebse: Cypris und die Kruster Klytia und Calianassa. — Die Wirbelthiere werden vorzugsweise durch Fische vertreten: Lepidotus, Otodus, Ptychodus, Corax, Oxyrhina, Osmeroides u. a., während Saurier nur als lokale Vorkommnisse zu betrachten; so z. B. Ignanodon im Wälder-Gebilde, Mosasaurus im Kreidetuff.

Im Nachfolgenden sollen die beiden Hauptabtheilungen der Kreide-Formation: die untere und obere Kreide, deren Leitfossilien und speciellere Gliederung eine eingehendere Betrachtung finden. Und zwar zunächt die Süsswasser-Bildung oder Wälder-Formation, die sich unmittelbar an die Purbeck-Gruppe*) anschliesst, mit welcher sie früher vereinigt wurde und noch von Manchen vereinigt wird.

1) Limnische Unterkreide oder Wälder-Formation.

Verbreitung. In England in Kent, Sussex, Surrey in den unter dem Namen „the weald" (d. h. Wald) bekannten Gegenden, auf der Halbinsel Purbeck, auf der Insel Wight. In den Umgebungen von Boulogne. Im nordwestlichen Deutschland: Hilsmulde, am Deister, bei Bückeburg, am Teutoburger Wald, bei Bentheim.

Von den Versteinerungen der Wälder-Formation.

Pflanzen namentlich in den deutschen, weniger häufig in den englischen Gebieten. Es sind 1) Kryptogamen: Equisetum, verschiedene Farnkräuter, wie Sphenopteris, Pecopteris, Marsiliaceen und 2) Gymnospermen: Cycadeen und Coniferen. Unter den thierischen Resten sind die Mollusken ausschliesslich durch Pelecy-

*) Siehe oben S. 325.

poden mit den Gattungen Cyrena, Unio, Cyclas vertreten, Gastropoden mit den Gattungen Melania, Paludina, Planorbis. Von Krustern Cypris (besonders in England; hier auch Insecten); Fische, zumal Lepidotus und Sphaerodus; von Sauriern Iguanodon (England).

Die Pflanzen der deutschen Wälder-Formation sind neuerdings durch **Schenk** in einer vorzüglichen Monographie*) geschildert worden. Unter den 42 Species seien folgende erwähnt.

Equisetum Buchardti **Schimp.**, *E. Phillipsi* **Schimp.**

Sphenopteris Mantelli **Brongn.**, *Sph. Goepperti* **Dunk.**

Pecopteris Geinitzi **Dunk.**, *P. Murchisoni* **Dunk.**

Ieanpaulia Brauniana **Dunk.**

Cycadites Roemeri **Schenk.**, *Pterophyllum Lyellianum* **Dunk.**, *Anomozamites schaumburgensis* **Schimp.**

Dioonites Dunkerianus **Miq.** und *D. Brongniarti* **Schenk.**

Abietites Linki **Roem.** Die wichtigste Pflanze, weil sie hauptsächlich das Material zu den Kohlenflötzen lieferte. *Sphenolepis Sternbergiana* **Schenk.**, *Sph. Kurriana* **Schenk.**, *Spirangium Iugleri* **Schimp.**

Als Fundorte von Pflanzen sind Barsinghausen, Bredenbeck am Deister, Osterwald, Bückeberg zu nennen.

Die englische Wälder-Formation ist weniger reich an Pflanzen: 5 Farnkräuter, 9 Cycadeen, 3 Coniferen. Eine der häufigsten Farne ist *Sphenopteris gracilis* **Filton.**

In ihrem Character zeigt sich die Flora der Wälder-Formation als eine jurassische. Es ist noch jene Entwickelungs-Stufe des Pflanzenreiches, die mit dem Rhät beginnt und mit dem Wealden und Unterkreide endigt.

Unter den thierischen Resten sind zu nennen:

Cyrena mit zahlreichen Species; *C. ovalis* **Dunk.**, *C. caudata* **Roem.**, *C. majuscula* **Roem.**

Cyclas subtrigona **Dunk.**, *C. Iugleri* **Dunk.** und *C. Pfeifferi* **Dunk.**

Unio Valdensis **Mant.** Insel Wight sehr häufig.

Melania strombiformis **Schloth.** Hauptleitmuschel, ganze Schichten im Thon bildend. *M. rugosa* **Dunk.**

Paludina fluviorum **Mont.** Auch sehr häufig.

Planorbis Iugleri **Dunk.**

Cypris Valdensis **Sow.** Im Thon ganze Schichten erfüllend oder bedeckend.

Lepidotus Mantelli **Ag.** Besonders Schuppen und Zähne.

Sphaerodus semiglobosus **Dunk.** Gewöhnlich mit Saurier-Zähnen zusammen.

Iguanodon Mantelli **v. Mey.** Nur in England.

Pholidosaurus Schaumburgensis **v. Mey.** Im deutschen Wälder-Sandstein.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der Wälder-Formation.

In England.

2. Weald-Thon. Graulichblauer, fettiger Thon, mit Zwischenlagen von Sandstein und besonders von Mergelkalk; Nieren von Thoneisenstein, Knollen von Gyps und Eisenkies. Mächtigkeit bis zu 300 F. die Kalk-Bänke oft ganz mit *Cypris* und *Paludina* erfüllt, so dass Muschelmarmore entstehen, „Sussex-Marmor."

*) Die fossile Flora der nordwestdeutschen Wälderformation. 1871.

1. Hastings-Sand. Namentlich an der Küste bei Hastings entwickelt. Ein Schichten-System von Sand, Sandstein, Thon und Mergel, eine Mächtigkeit von 500 F. erreichend. Ganze Schichten oft von Schalen von Unio zusammengesetzt.

Am Deister, nach **Heinr. Credner.**

2. Wälder-Thon; am östlichen Deister, bei Bredenbeck:
   Grauer Mergelschiefer, mit *Cyrena, Cyclas, Melania*, bis über 20 F. mächtig.
   Grauer Kalk, fast nur aus *Melania strombiformis* zusammengesetzt, bis 3 Zoll mächtig.
   Grauer Mergelschiefer, über 8 F. mächtig reich an *Cyrena*.
   Eisenschüssiger Sandstein, mit Steinkernen von *Cyrena*, 2 F. mächtig.
   Kalk, aus Schalen von *Cyrena* bestehend, 6 Zoll mächtig.
   Schieferthon, reich an *Cyrena*, über 10 F. mächtig.
   Grauer Kalk, mit Schieferthon wechselnd, über 4 F. mächtig.
   Schieferthon, bis 4 F. mächtig

1. Sandstein. (Deister-Sandstein.)
   Eine über 500 F. mächtige Schichten-Gruppe, bestehend vorwaltend aus gelbem, mergeligem Sandstein und abwechselnden Schichten von Schieferthon, Mergelschiefer und Steinkohlen. Pflanzen-Reste, zahlreiche Arten von *Cyrena*. Kohlen treten in bauwürdigen, bis 2 F. mächtigen Flötzen auf; noch reichlicher am Osterwald über 3 F. mächtige Flötze.

2) Marine Unterkreide oder Neocomien und Gault.

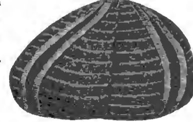
Von den Versteinerungen der Neocom-Formation.

Von Pflanzen verdienen als lokale Vorkommnisse Fucoiden Erwähnung: *Chondrites serpentinus* **Heer.** im Neocom der Schweiz (Kantone Bern, Waadt); *Chondrites Meyrati* **Ost.** eben daher und aus Oberitalien. — Besonders merkwürdig sind abe die in Nordgrönland, in schwarzen Schiefern von Kome auf der nördlichen Seite der Halbinsel Noursak aufgefundene Landpflanzen, welche neuerdings **Heer** beschrieb. Es sind etwa 24 Farnkräuter, 8 Coniferen, 5 Cycadeen. Unter den ersteren besonders Gleichenien, zumal *Gleichenia Zippei* **Corda**; dann *Sphenopteris Johnstruppi* **Heer.** Unter den Coniferen die auch noch in der oberen Kreide vorkommende *Sequoia Reichenbachi* **Gein.** und *Pinus Crameri*, deren Nadeln zu tausenden ganze Schichten erfüllen. *Zamites arcticus* ist die häufigste Cycadee. Die Pflanzen führenden „Atane-Schichten" gehören den Urgonien an und deuten auf ein subtropisches Klima hin.

Unter den thierischen Resten dürften folgende als die häufigeren zu nennen sein.

1) Echiniden.

Toxaster complanatus **Ag.** (Früher *Spatangus.*) Wohl die häufigste, am meisten verbreitete Versteinerung des unteren Neocomien; im unteren Grünsand in England, Frankreich, im Hils Deutschlands; in der Schweiz Leitfossil im „Spatangenkalk", jedoch in der jurassischen Zone häufiger, wie in der alpinen.



Toxaster complanatus.

Pyrina pygaea **Des.** Im Hils, Neocom von Neufchatel, Frankreich.

Discoidea macropyga **Ag.** (*Holectypus* **Des.**)

Cidaris clunifera **Ag.**
Cidaris punctata **Röm.** } Stacheln sehr verbreitet.

2) Brachiopoden.

Rhynchonella depressa **d'Orb.** Von allgemeiner Verbreitung.

Terebratula oblonga **d'Orb.** Hils, unterer Grünsand in England und Frankreich.

Terebratula sella **Sow.** Hils, oberes Neocomien.

Terebratula faba **Sow.**

Terebratula tamarindus **Sow.**

3) Pelecypoden.

Caprotina ammonia **d'Orb.** Diese Rudiste ist ausserordentlich verbreitet im oberen Neocom der Schweiz, ganze Schichten erfüllend: Caprotinen-Kalk; auch in Frankreich.

Ostrea macroptera **Sow.** Zumal im Neocom der Schweiz.

Exogyra Couloni **d'Orb.** Sehr häufig; Hils, Neocom, besonders Appenzeller Alpen.

Perna Mulleti **Desh.** Unterer Grünsand, Hils.

Thracia Phillipsi **Roem.** Characteristisch für den Hils.

Pecten crassitesta **Roem.**

Pholadomya elongata **Münst.**

4) Gasteropoden.

Pterocera Pelagi **Brongn.** Bezeichnend für den Schrattenkalk der Schweiz, von ansehnlicher Grösse.

5) Cephalopoden.

Ammonites radiatus **Brug.** Hils, unteres Neocom.

Ammonites ligatus **d'Orb.** Sehr bezeichnend für das Alpen-Neocom, Südfrankreich, Spanien.

Ammonites neocomiensis **d'Orb.** Leitend für den alpinen Neocom; auch in Oberschlesien.


Belemnites dilatatus.

Ammonites Grasianus **d'Orb.**

Ammonites noricus **Schloth.**

Nautilus pseudoelegans **d'Orb.** Im alpinen Neocom.

Crioceras Duvalii **Lev.** Südfrankreich, alpines Neocom.

Ptychoceras Emericianus **d'Orb.** Unteres Neocom.

Scaphites Ivanii **Puz.** Bezeichnend für das Urgonien.

Belemnites pistilliformis **Bl.** Sehr häufig in der Schweiz.

Belemnites latus **Bl.** Zumal im alpinen Neocom.

Belemnites dilatatus **Bl.** Sehr bezeichnend für das untere Neocom Frankreichs (Provence); Schweiz.

Belemnites subquadratus **Roem.** Der häufigste im Hils.

Aptychus Didayi **Coq.** Eines der Leitfossilien im alpinen Neocom.

Von den Versteinerungen der Gault-Formation.

Unter den wenigen bekannten Pfanzen-Vorkommnissen verdienen die durch

Schenk beschriebenen, aus den „Wernsdorfer Schichten" in den Nordkarpathen Erwähnung. Es entsprechen diese Pflanzen führenden Mergelschiefer theils dem Urgonien, theils dem Aptien. Es sind hauptsächlich ein Fucoide: *Chondrites furcillatus* **Roem.**; drei Farn: *Lonchopteris recentior* **Ett.**, *Cycadopteris Dunkeri* **Schenk,** *Baiera cretosa* **Schenk.** Einige Cycadeen: *Cycadites Heeri* **Schenk,** *Pterophyllum Buchianum* **Ett.**, *Podozamites Zitteli* **Schenk,** *P. Hoheneggeri* **Schenk,** *P. obovatus* **Schenk,** *Zamites Goepperti* **Schenk,** *Z. pachineurus* **Schenk,** *Z. ovatus* **Schenk,** *Z. nervosus* **Schenk,** *Z. affinis* **Schenk** und endlich Coniferen: die mehrorts bekannte *Sequoia Reichenbachi* **Gein.**, *Cunninghamites elegans* **Cord.**, *Frenelopis Hoheneggeri* **Schenk** und *Pinus Quenstedti* **Heer.** Eine Monocotyledone: *Elolirion primigenium* **Schenk.**

Unter den thierischen Resten sind zu nennen:

1) Foraminiferen.

Obwohl auch im Neocom viele Foraminiferen vorkommen, gewinnen die im Gault als Leitfossilien noch mehr Bedeutung, da sie in für das Auge erkennbarer Grösse erscheinen. Es ist dies *Orbitolina lenticularis* **Blumb.**, welche manchmal ganze Schichten erfüllt, wie solches in der Schweiz der Fall.

2) Brachiopoden.

Rhynchonella sulcata **d'Orb.**

Terebratula Moutoniana **d'Orb.** Besonders im nordwestlichen Deutschland.

3) Pelecypoden.

Inoceramus sulcatus **Park.** Sehr characteristisch: England, Frankreich, Savoyen. *I. concentricus* **Park.** Desgl.

Plicatula placunea **Lam.**

Ostrea aquila **d'Orb.**

Avicula gryphaeoides **Sow.** Leitmuschel im Flammenmergel. *A. aptiensis* **d'Orb.**

Trigonia aliformis **Park.**

4) Cephalopoden.

Ammonites Milletianus **d'Orb.** Im nordwestlichen Deutschland; im alpinen und jurassischen Gault der Schweiz, besondere Grösse erreichend; Perte du Rhone.

Ammonites auritus **Sow.** Im Flammenmergel; in England und Frankreich.

Ammonites Hugardianus **d'Orb.** Im Gault des Jura, Savoyen, Waadtländer Alpen Karpathen, Kaukasus, Venezuela.

Ammonites tardefurcatus **d'Orb.** Im nordwestlichen Deutschland.

Ammonites Mayorianus **d'Orb.** Appenzeller, Waadtländer Alpen: St. Croix, Perte du Rhone, Südfrankreich, Karpathen, Kaukasus.

Ammonites nisus **d'Orb.** Deutschland, Frankreich, England.

Ammonites mammilatus **Schl.** Bern, Schwyz, Savoyen, Südfrankreich, England, Karpathen. Fig. s. fol. S.

Turrilites Puzosianus **d'Orb.**

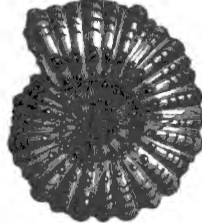
Ancyloceras Matheronianus **d'Orb.** Im Aptien.

Toxoceras Royerianus **d'Orb.** Im nordwestlichen Deutschland.

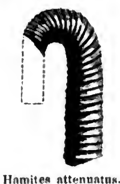
Crioceras Emerici **Lév.**

Hamites attenuatus **Sow.** und *H. rotundus* **Sow.**

Belemnites Brunswicensis **Stromb.** Bezeichnend für den unteren Gault im nordwestlichen Deutschland; *B. Ewaldi* **Stromb.** im mittleren und *B. minimus* **List.** im oberen Niveau, in den „Minimus-Thonen"; auch in England, Frankreich.



Ammonites mammilatus.



Hamites attenuatus.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung des Neocomien und des Gault.

In England.

2. Gault.

Graulichblauer, fettiger Thon, 120—140 F. Mächtigkeit erreichend; in Cambridgeshire, Bedfordshire, in Kent, Sussex, Surrey entwickelt. In den oberen Schichten glaukonitisch, mit Eisenkies, Gyps und Phosphat-Knollen. Namentlich in den unteren Lagen durch grossen Reichthum an wohl erhaltenen Petrefacten ausgezeichnet; besonders: *Inoceramus sulcatus, Am. auritus, Bel. minimus.* Zumal bei Folkstone.

1. Neocomien.

Unterer Grünsand, in grosser Verbreitung in Cambridgeshire, Bedfordshire, Norfolk, ganz besonders aber in den Küsten-Gegenden von Kent, bei Folkestone und Hythe über 300 F. mächtige Ablagerungen mit Kieselconcretionen, Zwischenlagen von Kalk und Thon. Unter den zahlreichen Versteinerungen: *Toxaster complanatus, Terebratula sella, Trigonia caudata, Nautilus plicatus, Ancyloceras.* Bei Atherfield, auf Wight, in verschiedenen Gegenden von Yorkshire sind Thon-Ablagerungen entwickelt, welche besonders die grosse *Perna Mulleti* in Menge enthalten, so wie *Am. noricus, Pecten crassitesta, Crioceras Duvalii.*

Im nordwestlichen Deutschland, nach **A. v. Strombeck.**

2. Gault.

In den subhercynischen Gebieten in ansehnlicher, mehrere 100—1000 F. betragender Mächtigkeit entwickelt.

Flammen-Mergel, graue, geflammte Mergel, oft mit kieseligen Concretionen, zwischen 100 und 400 F. erreichend, tritt an allen Erhebungen zwischen Braunschweig und dem nördlichen Harzrande auf. Leitmuschel: *Avicula gryphaeoides;* auch *Am. inflatus, A. Mayorianus, Solarium ornatum* sehr bezeichnend.

Minimus-Thon, Grünlichgrauer Thon bis 50 F. mächtig werdend; zumal in der Mitte *Bel. minimus.*

Thon mit *Am. tardefurcatus* in der oberen, mit *Am. Milletianus* in der unteren Hälfte.

Gargas-Mergel*), mit *Bel. Ewaldi, Am. nisus, Terebr. Moutoniana, Avicula aptiensis.*

Dunkelblauer, zäher Thon; *Bel. Brunsvisensis, Am. venustus.*
Thone mit *Crioceras Emmerici.*

1. Neocomien oder Hils.
Hilsthon, lockere, sandige Thone und Mergel und Hilssandstein (welcher besonders am Teutoburger Wald verbreitet). Leitfossilien: *Belem. subquadratus, Thracia Phillipsi.*

Hilskalk und Conglomerat; *Toxaster complanatus, Ostrea macroptera, Rhynch. depressa.*

In den Nordkarpathen, nach **Fr. v. Hauer.**
Die untere Kreide, Neocomien und Gault, tritt in den Nordkarpathen in ansehnlicher Verbreitung auf und zwar in zwei dem allgemeinen Streichen der Sandstein-Zone der Karpathen conform verlaufenden Zügen.

2. Gault.
Godula-Sandstein, nach dem Godula-Berg benannt, ein fester Sandstein, in grobe Conglomerate manchmal übergehend, auch mit sandigen Schieferlagen wechselnd und Sphärosiderit-Lagen umschliessend. Setzt in einer 2—3000 F. erreichenden Mächtigkeit insbesondere die Bergmassen der mährisch-schlesischen Hochkarpathen zusammen; Umgebungen von Bielitz, Friedeck, Teschen. Arm an Versteinerungen: *Belemnites minimus, Am. Mayorianus, A. mammillatus.*

Wernsdorfer Schichten. Schwarze, bituminöse Mergelschiefer, mit Sphärosiderit-Flötzen, in den Umgebungen von Teschen bei Wernsdorf, Grodischt u. a. O. Enthalten zahlreiche Pflanzen- und thierische Reste, welche letztere theils dem Urgonien, theils dem Aptien entsprechen: *Ancyloceras, Crioceras.*

1. Neocomien.
Oberer Teschener Schiefer und Grodischter Sandstein. Dunkle, bituminöse Mergelschiefer, denen zwei Züge von Sphärosiderit-Flötzen eingeschaltet und nach oben in quarzigen Sandstein übergehen. *Am. neocomiensis, Am. radiatus.*

Teschener Kalk. Mächtige, massige Kalkbänke mit dünnen Zwischenlagen dunklen Schiefers, darunter kelle Kalke, wechselnd mit Fucoiden führenden Mergelschichten. *Belem. pistilliformis, Aptychus.*

Untere Teschener Schiefer. Bituminöse, feinblätterige Mergelschiefer.

In der Schweiz.
Wie die verschiedenen Stufen der Jura-Formation in der jurassischen Zone der Schweiz von denen der alpinen Zone abweichen: so auch die jurassische und alpine Unterkreide. Im Allgemeinen ist aber die Kreide-Formation in der Schweiz durch die gewaltige Entwickelung ihrer unteren Abtheilung gegenüber der oberen characterisirt.

*) Weil sie den bei Gargas im Vaucluse-Dep. vorkommenden Schichten entsprechen.

Jurassische Unterkreide.

Gault.

Albien. Grüner oder gelber, auch weisser Sandstein und Sand; darunter Mergel mit verkiesten Resten und reiner Quarzsand, in dem die organischen Reste durch ihre schwarze Farbe auffallen. Besonders an der Perte du Rhone, bei St. Croix und bei Renan im St. Immerthal entwickelt, welche Localitäten durch Reichthum an Petrefacten ausgezeichnet. Im Allgemeinen eine Mächtigkeit von 20 Metern erreichend.

Aptien. Gelber oder grünlicher Sandstein, oft nur ein Haufwerk von Echinodermen- und Korallen-Resten. Bunte Mergel, bis 15 Mtr. mächtig, mit vielen Petrefacten: *Orbitulites lenticularis*, *Plicatula placunea*, *Pterocera pelagi* besonders häufig. Zumal an der Perte du Rhone, St. Croix, Val Travers.

Neocomien.

Urgonien oder Schichten von Orgon. Rudisten- oder Caprotinenkalk. Dichte, harte Kalksteine, an 100 Mtr. Mächtigkeit erreichend. Hauptleitmuschel: *Caprotina ammonia*, die massenhaft vorkommt.

Mergelkalke, reich an organischen Resten, oft vollständige Muschelmarmore bildend und bis zu 15 Mtr. mächtig. In der Waadt, Neufchatel.

Neocomien. Gelber, dichter oder oolithischer Kalk, dickschichtig, arm an Petrefacten. Darunter blaue Mergel, reich an organischen Resten unter denen *Exogyra Couloni*, *Toxaster complanatus*, *Rhynchonella depressa* am häufigsten. Bis über 40 Mtr. mächtig.

Valangien oder Schichten von Valangin Besonders im Neufchateler Jura bis zu einer Mächtigkeit von 50 Mtr. entwickelt, Gelber, eisenschüssiger Kalk, sog. Limonit, mit Nestern von Eisenoolith. Darunter dichter, weisser oder rother, dickschichtiger Kalk mit vielen Nerineen. Zu unterst Mergel und dolomitische Kalksteine mit Echiniden und Terebrateln.

Alpine Unterkreide.

Gault. (Albien.)

Grüner bis dunkler Sandstein mit ebenfalls dunkelfarbigem Thon oder Kalk, zuweilen auch Lagen weissen Quarzsandes enthaltend, so wie zahlreiche Glaukonit-Körner und Phosphat-Knollen. Oft nur 1 Mtr., selten über 15 Mtr. mächtig; zumal in der Ostschweiz, am Sentis, Walensee, Seewen, Unterwalden. Hebt sich — wie **B. Studer** bemerkt — als ein schwarzes oder durch Verwitterung des Glaukonits rothes Band an den Felswänden der Alpen deutlich hervor.

Aptien. Gelbe oder graue Mergel, dunkle, zuweilen glaukonitische Kalke. Die Aptmergel enthalten *Orbitulites lenticularis* in Menge Mächtigkeit 1 — 10 Mtr. Am Pilatus, Sentis.

Urgonien.

Schrattenkalk Hellfarbiger, dichter Kalkstein, viele hundert Fuss mächtige Felswände bildend. Von zahlreichen Rinnen (sog. Schratten oder Karren) durchzogen, welche durch scharfe Kanten getrennt (so auf der Schrattenalp im Entlebuch). Am Pilatus sehr entwickelt und in zwei Abtheilungen zerfallend: die obere ein weisser Kalk, bis 150 Mtr. mächtig, der sog. Rudisten- oder Caprotinenkalk mit *Caprotina ammonia;* die untere, glaukonitischer dunkler Kalk bis 70 Mtr. mächtig, oft ganz mit Milioliten erfüllt. — Die Durchschnitte der Muschelschalen ragen aus den Kalkwänden oft in sonderbaren Formen hervor, daher der Name „Hieroglyphenkalk.“

Neocomien.

Spatangenkalk.*) Graue Mergel und Mergelschiefer, denen dunkelfarbige, oft plattenförmige Mergelkalke eingelagert, auch mit kieseligen Knauern. In grosser, mehrere 100 Mtr. betragender Mächtigkeit, zumal in der nördlichen Kalkzone der Alpen; Faulhorn, am Pilatus. — Als sog. Stockhornkalk tritt der alpine Neocomien am Stockhorn, in den Freiburger Alpen auf; ein dünnschichtiger, grauer Kalk. — Unter den Leitfossilien ist *T. complanatus* **Ag.**, der im jurassischen Neocom häufiger, im alpinen seltener. Nach **Studer** erscheinen Cephalopoden, die im jurassischen Neocom sehr untergeordnet, im alpinen vorherrschend: ***Crioceras Duvalii, Aptychus Didayi, Am. neocomiensis, Nautilus pseudoelegans, Belemnites pistilliformis.***

Valangien.

Drusberg-Schichten oder Knollenkalk. Dunkle Kalkschiefer, wechsellagernd mit Bänken von Mergelkalk, die sich bei der Verwitterung in Knollen zertheilen. *Exogyra Couloni* und *Toxaster Brunneri* besonders bezeichnend. Bis zu 500 F. mächtig. Am Drusberg bei Einsiedeln, Pilatus, Sentis.

Altmann-Schichten. Grünlichschwarzer Sandstein, mit Glaukonit. *Toxaster Sentisianus*, grosse Cephalopoden. Nach **Studer** am Altmann in Appenzell 100—200 Mtr., am Pilatus nur 1—3 Mtr. mächtig.

3) Obere Kreide.

Von den Versteinerungen der oberen Kreide.
(Cenoman, Turon und Senon.)

Pflanzen. Wie die untere so enthält die obere Kreide als lokale Vorkommnisse Pflanzen-Reste; jedoch ist die Zahl der Oertlichkeiten und der Pflanzen Arten eine ungleich grössere. Es sind Meeres- und Landpflanzen.

Unter den ersteren sind einige Fucoiden, die Gattungen Halyserites, Sphaerococcites, Münsteria u. a. zu nennen. Die Landflora wird zunächst durch Farnkräuter gebildet, die meist in zierlichen Formen erscheinen, denen sich aber auch grosse Formen beigesellen, wie Weichselia. Unter den Gymnospermen treten die Cycadeen mehr in den Hintergrund, die Coniferen in den Vordergrund, zumal die Gattung Sequoia. Es kommen ferner Palmen hinzu, aber von grösster Bedeutung ist das erstmalige Erscheinen der Dicotyledonen mit zahlreichen Laubbäumen. Unter diesen besonders Credneria mit ihren grossen Blättern. Mit ihnen — sagt **Heer** — tritt eine ganze Reihe neuer Typen, gleichsam neuer Bildungsmotive ins Pflanzenreich ein. Die Abtheilung des Pflanzenreiches, welche jetzt etwa Dreiviertheile ausmacht, fehlte allen früheren Erdperioden. „Die Ufer unseres Kreidemeeres waren wohl noch mit einzelnen Sagobäumen, ähnlich denen der Jurazeit geschmückt; doch den Character der Landschaft bedingen die Nadelhölzer und die immergrünen Laubbäume. Ihnen waren Fächerpalmen und Pandaneen beigemischt und in des Waldes Schatten wucherten zahlreiche Farnkräuter, welche den Boden mit einem zarten Blattwerk überzogen. Es zeigt die Flora einen entschieden indisch-

*) Spatangus der frühere Name für Toxaster.

australischen Character und nähert sich der eocänen, während die des Wealden den Uebergang zu derjenigen des Jura vermittelt." **(Heer.)**

Unter den vielen Gegenden wo Pflanzen nachgewiesen wurden sind zu nennen: Niederschöna in Sachsen, Moletein, Trübau in Mähren, Perutz in Böhmen; Kieslingswalde, Oppeln, Tiefenfurth in Schlesien; Quedlinburg, Blankenburg am Harz; Haldem, Sendenhorst in Westphalen und der ergiebigste aller Fundorte: Aachen. — Ferner Wiener-Neustadt, die Gosau-Gegenden, Triest. In Frankreich le Mans, Beauvais, Aix. Endlich Noursoak, Grönland.

Als Beispiele seien im Nachfolgenden einige Localitäten hervorgehoben, deren Pflanzen in letzter Zeit eine genauere Bestimmung erfahren haben.

Die Pflanzen-Reste von Niederschöna in Sachsen finden sich im Schieferthon des unteren Quader (Cenoman) und wurden durch **C. v. Ettingshausen** näher beschrieben. Die Flora von Niederschöna ist eine rein tropische Landflora. Unter 42 Arten zählen die Dicotyledonen 28. Während dieselbe sich einerseits durch Vorherrschen der Gymnospermen und Proteaceen der älteren Tertiärperiode nähert, schliesst sie sich durch reichlichere Vertretung der Gymnospermen und Farn mehr den älteren Floren an. Als bezeichnende oder häufige Arten sind zu nennen die Fucoide *Halyserites Reichi* **Sternb.**; der Farn *Pteris Reichiana* **Brongn.**; die Cycadee *Pterophyllum saxonicum* **Reich**; die Coniferen *Sequoia fastigiata* **Sternb.** und *Cunninghamites oxycedrus* **Sternb.**; die Dicotyledonen: *Quercus Beyrichi* **Ett.**, *Ficus Geinitzi* **Ett.**, *Dryandroides latifolius* **Ett.** und *D. Zenkeri* **Ett.**, *Credneria cuneifolia* **Br.**, *Acer antiquum* **Ett.**, *Palaeocassia angustifolia* und *P. lanceolata* **Ett.**

Die Pflanzen-Reste von Moletein in Mähren kommen im unteren Quadersandstein (Unteres Cenoman) vor. Die Flora ist demnach von gleichem Alter mit jener von Niederschöna. Ihre nähere Kenntniss ist **O. Heer** zu verdanken. Es finden sich: ein Farn *Gleichenia Kurriana* **Heer**; einige Coniferen: *Sequoia Reichenbachi* **Gein.** und *S. fastigiata* **Sternb.**, *Cunninghamites elegans* **Corda**, *Pinus Quenstedti* **Heer**; die Palme *Palmacites horridus* **Heer.** Besonders aber Laubbäume: *Ficus Mohliana* und *F. Krausiana* **Heer**; *Credneria macrophylla* **Heer**; *Daphnophyllum Fraasi* und *D. crassinervum* **Heer**; *Aralia formosa* **Heer**; *Chondrophyllum grandidentatum* **Ung.**; *Magnolia speciosa* und *M. amplifolia* **Heer**; *Myrtophyllum Geinitzi* und *M. Schübleri* **Heer** und *Iuglans crassipes* **Heer.** — Die Flora von Moletein ist von hohem Interesse. Ausgezeichnet durch Grösse und Pracht seiner Blätter entfaltet hier der untere Quader die ältesten Laubbäume Europas. Und diese grossen Blätter sind desshalb besonders merkwürdig, weil man — wie **Heer** hervorhebt — hätte erwarten sollen, dass die Laubbäume, im Anschluss an die Nadelhölzer, mit kleinblätterigen Formen begonnen hätten.

Die Pflanzen-Reste von Quedlinburg hat ebenfalls **Heer** neuerdings beschrieben. Dieselben liegen theils im oberen Quadermergel des Salzberges, theils im oberen Quadersandstein des Langenberges bei Quedlinburg. Es sind: von Farn *Gleichenia Zippei* **Heer**, *G. acutiloba*, *G. Kurriana* **Heer** und *Weichselia Ludovicae* **Stiehl.**, dann Coniferen: *Sequoia pectinata* **Heer**, *S. Reichenbachi* **Gein.**, die merkwürdige *Geinitzia formosa* **Heer**, *Cunninghamites squamosus* **Heer.** Ferner *Pandanus Simildae* **Stiehl.**, endlich Dicotyledonen: *Myrica cretacea* und *M. Schenkiana* **Heer**, *Salix Goetziana* **Heer**, *Credneria integerrima* **Zenk.**, *Proteoides lancifolius* und *P. ilicoides* **Heer**, *Chondrophyllum hederaeforme* **Heer**, *Myrtophyllum pusillum* **Heer**, *Rhus cretacea* **Heer**, *Phyllites celastroides* und *Ph. ramosinervis* **Heer.**

Die Pflanzen-Reste in der westphälischen Kreide gehören dem Senon an, wurden zum Theil früher von **v. d. Marck** beschrieben, neuerdings durch **Hosius.** Sie finden sich theils im unteren Senon, im Mergelsandstein bei Legden, theils im oberen Senon, in den Plattenkalken von Sendenhorst. Es sind namentlich: Fucoiden: *Chondrites furcillatus* **Roem.**, *Ch. intricatus* **Sternb.**, *Sphaerococcites lichenoides* **Göpp.**, einige Coniferen: *Pinites aquisgranensis* **Göpp.**, *Araucarites adpressus* **v. d. Marck**, Laubbäume: *Credneria denticulata* **Zenk.**, *Cr. westphalica* **Hos.**, *Cr. subtriloba* **Zenk.**, verschiedene Arten von *Quercus*, wie *Q. dryandraefolia* **v. d. Marck** und mehrere neue, ebenso einige neue Arten von *Ficus*.

Unter allen Fundorten von Kreidepflanzen ist Aachen der ergiebigste. In den Thon-Einlagerungen des Aachener Sandes (Senonien) findet sich eine grosse Menge von Pflanzen, um deren Kenntniss sich **Debey** viele Verdienste erworben. Derselbe hat allein über 200 Arten von Dicotyledonen nachgewiesen, unter denen die artenreichste Familie, etwa 60, die der Proteaceen. Die häufigste Pflanze bei Aachen ist eine Conifere, *Cycadopsis aquis granensis* **Deb.**

Aus der grossen Zahl thierischer Reste sind zu nennen:

1) Spongien.

Spongia Saxonica **Gein.** Sehr verbreitet in allen Etagen des Quadersandsteines.

Manon peziza **Goldf.** Cen. und Tur.

Scyphia (Cubulospongia) infundibuliformis **Goldf.** Tur.

Scyphia (Cribrospongia) angustata **Goldf.** Cen. und Tur.

Siphonia piriformis **Goldf.** Sen.

Scyphia (Coscinopora) Murchisoni **Goldf.** Einer der bezeichnendsten Reste der oberen „Quadraten-Kreide.“

Coeloptychium magaricoides **Goldf.** Sen.

Becksia Soekelandi **Schlüt.** Sen. Westphalen.

Lepidospongia rugosa **Schlüt.** Sen.

2) Foraminiferen.

Nicht allein die weisse Kreide, sondern auch Kreidetuff, Mergel und Pläner, Grünsand, sowie der Seewerkalk enthalten zahlreiche Foraminiferen. Zu den häufigeren gehören:

Nodosaria annulata **d'Orb.**, *N. Zippei* **Reuss.** *Cristellaria rotula* **Lam.**, *Cr. lobata* **Reuss**, *Cr. recta* **d'Orb.** *Frondicularia inversa* **Reuss**, *Fr. angusta* **Nils.**, *Fr. Archiacana* **d'Orb.**, *Fr. Cordai* **Reuss**, *Flabellina cordata* **Reuss**, *Fl. ovata* **Nils.**, *Fl. rugosa* **d'Orb.** *Textilaria praelonga* **Reuss.** *T. globulosa* **Ehrenb.**, *T. aciculata* **Ehr.** *Globigerina cretacea* **d'Orb.** *Haplostiche foedissima* **Reuss**, *H. constricta* **Reuss**, *Haplophragmium irregulare* **Roem.** *Ataxophragmium variabile* **d'Orb.** *Lagena sphaerica* **Kaufm.**, *L. ovalis* **Kaufm.** *Oligostegina laevigata* **Kaufm.** *Nonionina globulosa* **Ehrenb.** *Orbitulina concava* **Defr.**, durch grosse Verbreitung in den östlichen Alpen ausgezeichnet, in den „Orbitolitenschichten.“ — *Siderolithes calcitrapoides* **Br.**

3) Polypen

Bryozoen. (Mooskorallen.) Wie die Foraminiferen erscheinen die Bryozoen in grosser Menge, zierliche überrindende Stöcke bildend. Besonders in der weissen Kreide, im Kreidetuff von Mastricht, auf Faxe, hier ganze Kalkschichten zusammensetzend. Es sind namentlich die Gattungen *Eschara* und *Cellepora* mit vielen Arten.

Eschara stigmatophora **Goldf.**, *E. piriformis* **Goldf.**, *E. cyclostoma* **Goldf.** im Kreidetuff, *E. dichotoma* **Goldf.** in der weissen Kreide. — *Cellepora piriformis* **Hag.** oft auf Ananchyten der weissen Kreide. *C. pavonia* **Hag.** auf Rugen.

Während im Malm Korallenriffe eine so bedeutende Verbreitung besitzen, trifft man solche in der Kreide-Formation nur an einigen Oertlichkeiten; so z. B. im Gosauthal, auf Faxe.

Cyclolithes elliptica **Lam.** Tur.

Micrabacia coronula **Edw.** Cen. und Tur.

Thamnastraea agaricites **Edw.** Tur.

Parasmilia centralis **Edw.** Tur. und Sen.

Moltkea Isis **Steenstr.** Sehr häufig auf Faxe. Sen.

4) Krinoiden.

Apiocrinus (Bourgetocrinus) ellipticus **Mill.** Tur. und Sen.

Asterias Schulzei **Cott.** Sen. Sehr bezeichnend: Pirna, Südengland.

Marsupites ornatus **Mant.** Sen. Weit verbreitet in der weissen Kreide; im Quader von Blankenburg.

Pentacrinus Agassizii **Hag.** und P. Bronnii. Sen. Stielglieder in Feuerstein.

5) Echiniden.

Cidaris vesiculosa **Goldf.** Stacheln durch die drei Stufen.

Salenia petalifera **Ag.** Tur. Besonders im Grünsand.

Discoidea cylindrica **Ag.** Cen. und D subuculus **Ag.** Cen. Grünsand und Pläner.

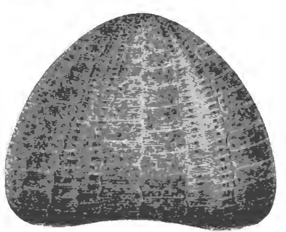
Catopygus carinatus **Ag.** Cen.

Galerites albogalerus **Lam.** Weit verbreitet im Tur. und Sen.

Cassidulus lapis cancri **Lam.** Ebenfalls.

Micraster cor anguinum **Lam.** Tur und Sen. Weit verbreitet. *M. cor testudinarium* **Goldf.** Tur.

Ananchytes ovatus **Lam.** Tur. und Sen. Ausserordentlich häufig.



Ananchytes ovatus.

Hemipneustes radiatus **Ag.** Sehr ausgezeichnet im Kreidetuff.

6) Brachiopoden.

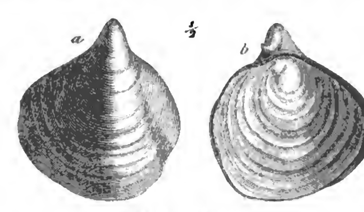
Rhynchonella compressa **Lam.** Cen. und Tur.

Rhynchonella Mantelliana **Sow.** Cen. und Tur.

Rhynchonella plicatilis **Sow.** Tur. Weit verbreitet im Pläner.
Rhynchonella alata **Sow.** Sehr häufig im Tur., besonders im Pläner.
Rhynchonella octoplicata **Sow.** Sen. Oberer Quader.
Rhynchonella Cuvieri **d'Orb.** Tur. Sehr häufig.
Terebratula semiglobosa **Sow.** Tur. und Sen. Besonders im Pläner.
Terebratula carnea **Sow.** Tur. und Sen.
Terebratulina gracilis **Schl.** (var. *rigida* **Sow.**). Sehr bezeichnend für Pläner. (Strehlener Schichten.)
Megerlea lima **Defr.** Cen.
Magas Geinitzi **Schlönb.** Tur.
Magas pumilus **Sow.** Sen. Weisse Kreide.
Crania Ignabergensis **Retz.** Sen. Weisse Kreide.

7) Pelecypoden.

Ostrea carinata **Lam.** Cen. und Tur.
Ostrea diluviana **Lam.** Tur.
Ostrea hippopodium **Nilss.**
Ostrea vesicularis **Lam.** Tur. und Sen.
Exogyra lateralis **Dub.** Cen.
Exogyra columba **Desh.** Cen. und Tur. Weit verbreitet.



Exogyra columba.

Exogyra haliotoidea **Sow.** Cen. und Tur.
Exogyra laciniata **Sow.** Sen.
Pecten asper **Lam.** Cen. Sehr bezeichnend.
Pecten virgatus **Nilss.** Cen. und Tur.
Pecten curvatus **Gein.** Tur.
Pecten membranaceus **Nilss.** Tur. und Sen.
Janira (Pecten) aequicostata **Br.** Cen.
Janira quinquecostata **Sow.** Cen. und Tur. Weit verbreitet.
Janira quadricostata **Sow.** Sen. Ebenfalls sehr häufig.
Lima canalifera **Goldf.** Tur.
Lima tecta **Goldf.** Cen. Unterquader.
Trigonia scabra **Lam.** Tur.
Spondylus striatus **Goldf.** Cen.
Spondylus spinosus **Defr.** } Tur. und Sen.
Spondylus truncatus **Goldf.** }
Inoceramus striatus **Mant.** Cen. Grosse Individuen; noch im Tur. vereinzelt, klein.

Inoceramus labiatus **Schloth.** *(I. mytiloides* **Mant.).** Hauptleitfossil für mittlen Pläner und Quader.

Inoceramus Brongniarti **Sow.** Sen. Oberer Pläner und Quader.

Inoceramus Cuvieri **Sow.**
Inoceramus Cripsi **Mant.** } Tur. und Sen. Sehr häufig.

Pinna diluviana **Schl.** Cen. und Tur.

Protocardium Hillanum **Beyr.** Cen.

Cyprina ligeriensis **d'Orb.** Tur. und Sen.

Rudisten. Sind besonders für die obere Kreide des südlichen Europa bezeichnend, für das „südländische Reich oder Gebiet der Rudisten."

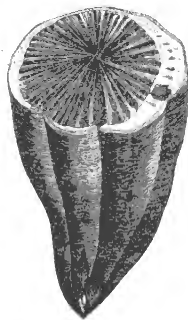
Caprina adversa **d'Orb.** Im Cenom. Frankreichs ganze Bänke bildend, ebenso auf Aix.

Radiolites lumbricalis **d'Orb.** Cen.

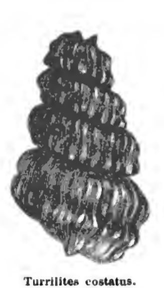
Radiolites cornu pastoris **Bayl.** Tur.

Radiolites Jouanetti **d'Orb.** Sen.

Hippurites cornu vaccinum **Br.**
Hippurites bioculatus **Lam.**
Hippurites organisans **Des.** } Im Turon des Gosauthales, die Hippuritenkalke zusammensetzend.



Hippurites bioculatus.



Turrilites costatus.

8) Gasteropoden.

Es kommen eigentlich keine Species von allgemeiner horizontaler Verbreitung vor, die als Leitmuscheln gelten könnten, während an einzelnen Orten zahlreiche Gattungen und Arten getroffen werden. Dies ist z. B. in den Gosauschichten der Fall, so wie bei Aachen.

Actaeonella crassa **d'Orb.**
Actaeonella laevis **d'Orb.** } Tur.

Pleurotomaria linearis **Mant.**
Turritella multistriata **Reuss.** } Tur.

Nerinea bicincta **Br.** Tur. Gosauthal.

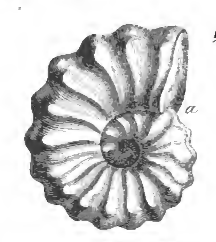
Dentalium Mosae **Br.** Kreidetuff.

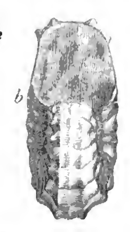
9) Cephalopoden.

Turrilites costatus **Lam.** Cen.
Turrilites polyplocus **Roem.** Sen.
Hamites attenuatus **Sow.** Cen.
Baculites anceps **Lam.** Tur. und Sen.
Scaphites aequalis **Sow.** Cen.
Scaphites Geinitzi **d'Orb.** Tur. Sehr häufig im Pläner.
Scaphites binodosus **Roem.** Sen.
Nautilus danicus **Schl.** Sen
Ammonites varians **Sow.** Cen. Grosse Individuen.
Ammonites rotomagensis **Brongn.** Cen., auch noch Tur.



Scaphites aequalis.





Ammonites rotomagensis.

Ammonites peramplus **Sow.** Tur. und Sen.
Ammonites Woolgarei **Mant.** Tur.
Belemnitella quadrata **d'Orb.** Characterisirt den unteren Horizont der senonen Kreide, die „Quadraten-Kreide."
Belemnitella mucronata **d'Orb.** Characterisirt den oberen Horizont der senonen Kreide, die „Mucronaten-Kreide."

10) Anneliden.

Serpula plexus **Sow.**
Serpula filiformis **Sow.** } In den drei Etagen.

11) Krebse.

Calianassa antiqua **Otto.** Besonders im Turon, aber auch noch im Sen.
Klytia Leachi **Mant.** Plänerkalk.

1/2 n.G.

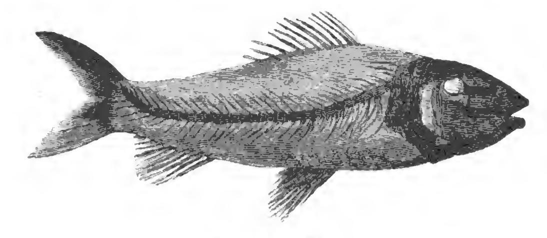
Belemnitella mucronata.

12) Fische.

Ptychodus latissimus **Ag.** und *Pt. mammilaris* **Ag.** Zähne im Plänerkalk.
Otodus appendiculatus **Ag.**
Corax heterodon **Ag.**
Oxyrhina Mantelli **Ag.** } Hauptsächlich Zähne bei Strehlen im Plänerkalk. Tur. und Sen.
Osmeroides Lewesensis **Ag.** Im Plänerkalk bei Strehlen, in weisser Kreide bei Lewes, Sussex. Fig. s. folg. S.

Als lokale Vorkommnisse seien noch genannt:

Schildkröten. *Chelonia Benstedi* **Owen.** Im Cenom. von Burham, Kent. *Chelonia Hofmanni* **Cuv.** Im Senon. Kreidetuff von Mastricht.



Osmeroides Lewesensis.

Saurier. *Mosasaurus Hofmanni* **Cuv.** Die 25 F. lange Eidechse aus dem Kreidetuff von Mastricht. Der 4 F. lange Schädel wurde 1780 von **Hofmann** entdeckt. *Clydastes prophyton,* ein der „Maasechse" ähnlicher Saurier in der Kreide von New Jersey, Alabama.

Beispiele vom Vorkommen und der Gliederung der oberen Kreide-Formation oder der cenomanen, turonen und senonen Kreide.

Die obere Kreide lässt in ihren verschiedenen Verbreitungs-Gebieten in Europa eine sowohl petrographisch als paläontologisch verschiedene Entwickelung erkennen. Hiernach unterscheidet **Gümbel*)**:

1) Nordländisches Reich. Kreide-Entwickelung. Gebiet der Belemnitellen. Dem nordländischen Reich gehören an: die englische und nordfranzösische Provinz; die limburgische (Mastricht, Aachen); die westphälische und subhercynische Provinz.

2) Hercynisches Reich. Pläner-Entwickelung. Gebiet der *Exogyra columba.* Schlesische, mährische, böhmische, sächsische, mittelbayerische Provinz.

3) Sudländisches Reich. Kalk- und Mergel-Entwickelung. Gebiot der Rudisten. Südfranzösische, west- und ostalpine Provinz.

I. Nordländisches Reich.

Kreide-Entwickelung.

Englische Provinz.

3. Senone Kreide.
   Weisse Kreide mit Feuerstein. An den Südküsten, z. B. bei Dover, Norwich typisch entwickelt mit ihren steilen Gehängen. *Belemn. mucronata* und *quadrata. Ananchytes ovata. Ostrea vesicularis. Micraster cor anguinum.*

2. Turone Kreide.
   Schichten von Lewes. Graue, kreideartige Gesteine. *Scaphites Geinitzi. Ammonites peramplus.*

---

*) Geogn. Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges. S. 700.

Schichten von Folkstone. Weiche, weisse Kreidemergel. *Rhynchonella Cuvieri.*
Schichten von Plumpton, Beachy Head. Kreide ohne Feuerstein. *Inoceramus labiatus.*

1. Cenomane Kreide.
Graue Kreide von Hamsay.
Oberer Grünsand von Cambridge, glaukonitische Mergel von Chardstock. *Sphaerolites Mantelli.* Rothe Kreide von Hunstanton. *Am rotomagensis.*

Westphälische Provinz.

3. Senone Kreide.
Plattenkalke und Mergel von Sendenhorst, mit zahlreichen Fischen, besonders *Platycormus Germanus* und mit Krebsen und Pflanzen führende Schichten der Baumberge.
Haldemer Schichten, Mukronaten-Kreide mit *Bel. mucronata*, *Coeloptychium.*
Coesfelder weisse Kreidemergel
Münsterer Schichten, Quadraten-Kreide, weisse Sandmergel mit *Bel. quadrata.*
Lünerner Schichten (ohne Belemniten), graue Mergel mit *Inoceramus Cuvieri, Micraster cor anguinum.* Grünsand von Woerl, Soest.

2. Turone Kreide.
Paderborner Schichten mit *Scaphites Geinitzi, Spondylus spinosus.*
Dortmunder Schichten, Mergel mit *Inocer. Brogniarti, Am. Lewesensis.*
Bochumer Schichten, graue und gelbe Mergel; *Inoc. Brongniarti, Inoc. labiatus.*

1. Cenomane Kreide.
Fröhmerner Schichten, Grünsand ohne Eisenstein-Körnchen. *Am. rhotomagensis.*
Essener Grünsand, graulichgrüner, sandiger Mergel, enthält erbsen- bis nussgrosse Thoneisensteine und zahlreiche Petrefacten; *Pecten asper.*
Grauer Mergel von Altenbecken ohne Versteinerungen.

Limburgische Provinz.
In ihr sind nur die obersten Stufen der Kreide zur Entwickelung gelangt.

2. Senone Kreide.
Kreidetuff von Mastricht und Falkenburg; graue Mergel von Kunraed. *Baculites Faujasi, Hemipneustes radiatus.*
Vaelser Schichten Kreidemergel mit und ohne Feuerstein; Grünsand von Visé mit Belemnitellen; Sand-Ablagerungen mit *Ostrea laciniata, Baculites anceps.* (Hangendes des Aachener Sandes, mit Pflanzen.)

1. Turone Kreide.
Aachener Schichten. Gelbe und weisse Sand-Ablagerungen mit *Trigonia limbata, Pholadomya caudata.*

II. Hercynisches Reich.

Pläner-Entwickelung. Gebiet der Exogyra columba.

Mittelbayerische Provinz.

III. Oberpläner, Senon. Grossberg-Schichten.
Grossberg-Sandstein: Plattensandstein, loser Sand oder Hornstein-Sandstein; mit Bryozoen, *Ostrea vesicularis, Ostrea laciniata.* 50—60 F. mächtig.
Marterberg-Mergel, glaukonitischer, grauer Mergel, mit *Baculites anceps, Inoceramus Cuvieri, Micraster cor anguinum.* 20—30 F. mächtig.

II. Mittelpläner, Turon.
Kagerhöh-Schichten.
Calianassen-Sandstein. Glaukonitischer und plattiger Kalk mit ***Calianassa antiqua, Trigonia limbata, Pholadomya caudata.*** 5—10 F. mächtig.
Pulverthurm-Schichten, gelbes, mergeliges Kieselgestein, mit ***Scaphites Geinitzi, Klytia Leachi, Rhynchonella plicatilis, Inoceramus Brongniarti.*** 20—50 F. m.
Eisbuckel-Schichten. Glaukonitischer Mergelkalk oder kieselige Knollen mit ***Exogyra columba, Magas Geinitzi, Rhynchonella alata, Ammonites peramplus.*** 10—15 F. mächtig.
Winzerberg-Schichten.
Knollen-Sandstein mit ***Inoceramus labiatus, I. Brongniarti.*** 10—50 F. mächtig.
Reinhausener Schichten.
Mergelig-kieseliger Sandstein mit ***Inoceramus labiatus.*** 30—60 F. mächtig.

I. Unterpläner, Cenoman.
Regensburger Schichten.
Eybrunner Mergel, grauer Mergel mit Ostrea vesiculosa. 2—5 F. mächtig.
Regensburger Grünsandstein, glaukonitischer Grünsandstein mit ***Pecten asper, Exogyra columba, Inoceramus striatus.*** 30—50 F. mächtig.
Schutzfels-Schichten. Entweder eisenschüssige, Conglomerat-artige Bildung mit ***Ostrea diluviana,*** oder Pflanzen-Schichten, weisser Sandstein und grauer Schieferthon mit ***Cunninghamites oxycedrus.*** 0—30 F. mächtig.

Sächsische Provinz.

III. Oberpläner, Senon.
Königstein-Schichten. Oberer Quadersandstein mit ***Asterias Schulzei, Inoceramus Cripsi.***
Baculiten-Schichten. Oberer Quader- und Plänermergel mit ***Baculites anceps, Inoceramus Cuvieri, Micraster cor anguinum.***

II. Mittelpläner, Turon.
Strehlener Schichten. Plänerkalk mit ***Scaphites Geinitzi, Rhynchonella plicatilis, Micraster cor testudinarium.*** Fisch-Zähne.
Copitzer Schichten oder Cottaer Grünsandstein, mit ***Magas Geinitzi.***
Rothwernsdorfer Schichten, Mittelquader und Pläner, Bildhauersandstein, mit ***Inoceramus labiatus.***

I. Unterpläner, Cenoman.
Bannewitzer Schichten. Unterer Pläner und Serpula-Sand mit ***Ostrea carinata.***
Oberauer Schichten. Unterer Quadersandstein mit ***Pecten asper.***
Koschützer Schichten. Muschelbreccie mit Rudisten.
Niederschönaer Schichten. Sandsteine und Schieferthone mit Pflanzen. ***Cunninghamites oxycedrus.***

III. Südländisches Reich.

Kalk- und Mergel-Entwickelung. Gebiet der Rudisten.

Südfranzösische Provinz.

3. Senone Kreide.
Obere Kreide der Dordogne und Charente. Bedeutende Entwickelung der Rudisten, welche ganze Felsmassen bilden; besonders ***Radiolites Jouanetti, R. Bournoni.*** Kalksteine von Lanquais, mit ***Holaster, Cardiaster.***

2. Turone Kreide.
   Kreide von Ville-dieu mit *Spondulus truncatus, Sp. spinosus.*
   Hippuriten-Kalk mit *Hippurites cornu vaccinum.*
   Sandstein von Uchaux.
   Kalkstein von Angoulême mit *Radiolites cornu pastoris.*
   Graue und weisse Mergelkalke mit *Inoceramus labiatus.*
1. Cenomane Kreide.
   Gelbe Mergelkalke mit *Exogyra columba, Caprina adversa.*
   Sandsteine der Charente mit *Am. rotomagensis, Am. Mantelli, Exogyra columba, Pecten asper.*
   Braunkohlen führende Thone der Insel Aix.

Ostalpine Provinz.

3. Senone Kreide.
   Nierenthal Schichten der bayerischen Alpen; graue Mergelschiefer und Sandsteine, mit *Ostrea vesicularis, Micraster cor anguinum, Belemnitella mucronata.*
2. Turone Kreide.
   Untersberger Schichten; Marmorkalke des Untersberges und bei Reichenhall und Gosau-Bildung in Oesterreich, aus Mergeln, Sandsteinen, Kalksteinen bestehend, durch grossen Reichthum an organischen Resten ausgezeichnet: Pflanzen; Korallen: *Cyclolithes elliptica, Thamnastraea agaricites,* ganz besonders aber Rudisten: *Hippurites cornu vaccinum, H. organisans;* ferner *Trigonia limbata.*
1. Cenomane Kreide.
   Urschelauer Schichten. Kalksteine mit Hornstein und graue Mergel mit *Orbitulites concavus* bei Urschelau, Hohenschwangau.

Gliederung der Kreide-Formation nach K. Mayer.

Ein ausgezeichneter Paläontolog und gründlicher Kenner der jüngeren Sedimentär-Formationen hat neuerdings eine vergleichende Tabelle der verschiedenen Kreide-Gebiete Europas veröffentlicht.*) **Karl Mayer** bringt in solcher die Kreide-Formation in neun Stufen oder Etagen, von denen im Nachfolgenden besonders die oberste und die untersten eine genauere Aufführung verdienen.

IX. Dänische Stufe oder Danien. Grösste Mächtigkeit 100 Meter.

Pisolith-Kalk im Pariser Becken. Kreidetuff von Mastricht. Faxekalk und Kreide von Ignaberg Weisse Thon-Ablagerungen am Donetz. Kalkschiefer mit Inoceramen und Scaphiten in Oberbayern, Vorarlberg, mittle Schweiz. Kalk mit *Cyclostoma* an der Rhone-Mündung. Kalk mit *Hemipneustes* im Haute-Garonne-Dept

VIII. Senonien. Grösste Mächtigkeit 400 Mtr.

3) Schichten von Meudon.
2) Schichten von Sainte. (Charente-Inf.)
1) Schichten von Cognac.

VII. Turonien. Grösste Mächtigkeit 400 Mtr.

2) Schichten von Mornas. (Vaucluse.)
1) Schichten von Angoulême. (Charente.)

VI. Cenomanien. Grösste Mächtigkeit 500 Mtr.

3) Schichten der Charente.

---

*) Tableau synchronistique des terrains crétacés par **Ch. Mayer.** Zürich 1872.

2) Schichten des Dep. du Gard.
1) Schichten von Rouen.
VI. Albien. Grösste Mächtigkeit 2400 Mtr.
Schichten der Perte-du-Rhone.
V. Aptien. Grösste Mächtigkeit 300 Mtr.
3) Schichten von Lopperberg. (Unterwalden.)
2) Schichten von Vassy. (Haute Marne.)
1) Schichten von Orgon. (Vaucluse.)
III. Neocomien. Grösste Mächtigkeit 200 Mtr.
2) Schichten von Drusberg (Schwyz).
1) Schichten von Hautrive (Neufchatel).
II. Valenginien. Grösste Mächtigkeit 500 Mtr.
3) Schichten von Altmann (Appenzell).
2) Schichten von Fontanil. (Isère.)
1) Schichten von Merligen. (Bern.)

Wälderthon mit *Melania strombiformis* und Hastings-Sandstein in England. Wälder-Formation in Norddeutschland. Im Schweizer Jura: die eisenschüssigen Kalke von St. Croix u. a. O. mit *Pygurus rostratus;* die Nerineen und Pholadomyen führenden Kalke von Bienne, Neufchatel u. a. O.; die Mergel und Kalke mit Bryozoen von da. — In den Alpen: glaukonitische Kalke am Sentis und Thuner See; Kieselkalk mit *Toxaster Sentisianus* von da; Mergelschiefer mit *Terebratula diphyoides* von Merligen. — In den Savoyer und Dauphineer Alpen: Glaukonitische Schichten von Grenoble; Fontanil-Kalk und Mergelschiefer der Gegend von Grenoble und la Drome Endlich im südlichen Frankreich die glaukonitischen Schichten und Mergel von Castellane, Escragnolles.

I. Purbeckien. Grösste Mächtigkeit 400 Mtr.
2) Schichten von Nienstedt (Hannover).
1) Schichten von Münder.

In England: Schichten mit *Cypris, Unio* in Surrey u. s. w. Im nördlichen Frankreich: Schichten mit *Cypris, Astarte socialis* vom Boulonais; Sand und Kalk mit *Serpula coacervata* im Boulonais. In Hannover: Serpuliten-Kalk, Münder Mergel. — Schichten von Nesselsdorf in Mähren. Im südwestlichen Frankreich Thone und Süsswasserkalke der unteren Charente. Im Jura: weisse Oolithe mit *Corbula gregaria* in Val-Travers; Süsswasser-Bildungen von Villers-le-Lac u. a. O. — In österreichisch Schlesien: der Stramberger Kalk*); ebenso in Mähren; die Kalksteine der Perte-de-France und von Grenoble und der Basses-Alpes.

(Anmerk. Wie aus Obigem ersichtlich, stellt **K. Mayer** die Purbeck-Gruppe nebst den tithonischen Bildungen in die Kreide-Formation.)

Vorkommen von Steinkohle in der oberen Kreide. In verschiedenen Etagen sind theils schwache, theils bauwürdige Kohlenflötze nachgewiesen worden. Dieselben sind, wenn auch nicht allenthalben, aber doch öfter an solchen Oertlichkeiten vorhanden, wo auch Pflanzen-Reste nachgewiesen.

Im Cenoman. In Sachsen, im unteren Quader der Gegend von Niederschöna, Reinhardsgrimma u. a. O. unbauwürdige Kohlenflötze. In Mähren, zwischen Boskowitz

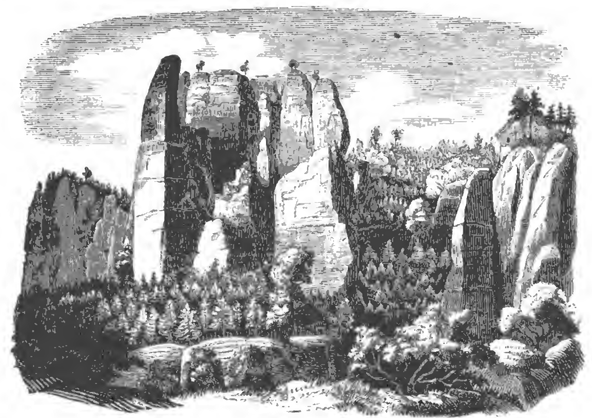
*) S. oben S. 323.

und Trübau kommen im Quadersandstein zwei schwache Flötze vor, welche abgebaut werden, aber geringe Mächtigkeit, nicht über 3 F. besitzen.

Im Turon. Das bedeutendste aller Vorkommnisse ist das von Grünbach bei Wiener Neustadt, in der Gosau-Formation. Nach **Foetterle** sind dort 4 verschiedene Flötzzüge bekannt, die eine magere, aber reine Schwarzkohle liefern. — In Ungarn in den Gosauschichten des Köröstthales bei Muskapatak wird ein 6 F. mächtiges Flötz abgebaut; ein schwaches bei Ruskberg.

Im Senon. In Schlesien, Umgebungen von Ottendorf und Wenig-Rackwitz, bei Wehrau finden sich im oberen Quadersandstein bauwürdige Kohlenflötze. Schwache im Quader von Quedlinburg.

Fels- und Bergformen der Gesteine der Kreide-Formation. Verschiedene Gegenden Deutschlands sind berühmt wegen ihrer schönen Quadersandstein-Felsen, wie namentlich die vielbesuchte sächsische Schweiz. Wer kennt nicht — sei es auch nur aus der flüchtigen Schilderung eines Touristen — die Bastei, den Kuhstall, das Prebischthor? Die Bastei (wegen ihrer Aehnlichkeit mit einer Schanze so benannt) ist eine gegen 340 Fuss über die Elbe emporragende gewaltige Masse, in deren Nähe andere, seltsam geformte Steingebilde sich erheben. Besonders bemerkenswerth ist unter diesen der Ferdinandstein, der eine herrliche Aussicht auf das



Der Ferdinandstein.

ihn umgebende Felsen-Labyrinth gewährt. Aehnliche Felsmassen trifft man im Bielgrunde bei Tetschen. Der Kuhstall unfern Schandau — „ein Triumphbogen, den die Natur sich selbst mit gewaltigen Händen errichtet hat —“ ist eine geräumige Halle, in welche die Landleute zur Zeit des dreissigjährigen Krieges ihr Vieh flüchteten. Er wird aber noch durch das Prebischthor übertroffen, unstreitig der schönste Punkt der sächsischen Schweiz. Das Prebischthor stellt sich als ein Felsen-Vorsprung dar, der so durchbrochen ist, dass an seinem äussersten Ende nur ein

Pfeiler steht, der die oberste Felsenplatte trägt, und von diesem Vorsprung aus betrachtet gleicht er einer Brücke, während es von unten gesehen, ein gigantisches Thor darstellt. Mit den grotesken Gesteins-Massen in Sachsen wetteifern jene bei Adersbach in Böhmen an Schönheit. Zahlreiche phantastische Felsengestalten gewähren einen überraschenden Anblick; unter andern der Zuckerhut, ein 50 Fuss hoher oben breiter, unten spitz zulaufender Block, der sich aus einem Bach erhebt und jeden Augenblick umzustürzen droht. — Auch der Teutoburger Wald und Harz haben malerische Felsenpartien von Quadersandstein aufzuweisen. Namentlich verdient die Gegend von Blankenburg Erwähnung, wo der Regenstein, ein gewaltiger Fels, aus öder Sandfläche gegen 250 Fuss emporsteigt, ferner die Teufelsmauer. „Dieser schmale Steinwall — heisst es in einem Werke über den Harz — bildet ein seltsames Naturspiel. Wie absichtlich und von Menschenhänden zusammengefügt, erheben die grossen Massen sich hier aus dem Boden, steigen zu barocken Gestalten als schroffe Klippen auf, senken sich dort, zerklüftet und zerrissen nieder und verschwinden dann unter dem Boden bis auf eine leichte Spur von zerplitterten Steinbrocken.“ Auch die weisse Kreide hat malerische Felsengestalten. An Englands Gestaden, wo dieselbe so mächtig entwickelt, bildet dieselbe viele hundert Fuss hohe Klippen vom blendendsten Weiss. Schon Shakespeare sagt in einer seiner ergreifendsten Dichtungen „kennst du Dover? — es giebt dort eine Klippe, die mit hohem Haupt sich vorwärts neigend in die ringsumschlossene Tiefe blickt.“ — Nicht minder imposant sind die Kreide-Massen bei Dunluce an der irländischen Küste, die white rocks d. h. weissen Felsen genannt, ferner jene an Frankreichs Ufern unfern Havre und Calais. Dort erheben sich thurmähnliche, schroff ansteigende Kreide-Gebilde, unter dem Namen Falaises wohl bekannt. — Auch Deutschland hat interessante Punkte aufzuweisen; die vielbesuchte Stubbenkammer auf Rügen, eine senkrecht aus der Ostsee aufragende Felswand, besteht aus weisser Kreide.

Geologische Orgeln. Dem Kreidetuff von Mastricht ist eine seltsame Erscheinung eigenthümlich, die man zwar auch bei andern Felsarten nachgewiesen, aber nicht so ausgezeichnet. Längst kennt man die unterirdischen, unermesslichen Räume im Petersberge bei Mastricht, ein Menschenwerk, woran seit vielen Jahrhunderten zur Gewinnung von Steinen gearbeitet wird. Es finden sich dort nicht selten cylindrische Löcher von 2 bis 7 Fuss im Durchmesser, welche durch die Masse des Kreidetuffes bis an seine Oberfläche reichen. Die Steinbrecher heissen sie Erdpfeifen und Naturforscher übertrugen diese Bezeichnung unter dem Namen „geologische Orgeln“ sogar in die Wissenschaft. Die seltsamen Löcher sind gewöhnlich mit Erde, Sand oder Geröllen erfüllt und stehen oft ganz dicht, reihenweise neben einander. Sie dürfen nicht als Werk von Menschen-Händen betrachtet werden. Wahrscheinlich verdanken solche der Einwirkung von Mineral-Quellen ihre Entstehung. In verschiedenen Kalk-Gebilden kommen geologische Orgeln oder „natürliche Schächte“ noch vor, namentlich im devonischen Kalk bei Burtscheid in Westphalen und im Grobkalk von Paris.

Vierter Abschnitt.

Känozoische Formationen.

Die känozoischen Formationen zerfallen in zwei Abtheilungen, nämlich: 1) eine untere oder ältere, die Tertiär-Formationen und 2) eine obere oder jüngere, die Quartär-Formationen.

I. Tertiär-Formationen.

Der Name Tertiär gründet sich auf die frühere Eintheilung der Gebirgs-Formationen in primäre, secundäre uud tertiäre.

Die Gesteine der Tertiär-Formationen sind Kalksteine und Sandsteine, Thone und Mergel, Quarzite, Conglomerate, Gerölle- und Sand-Ablagerungen.

Als besonders bezeichnende Gesteine können gelten jene sandigen, oft etwas lockeren Kalksteine, die Grobkalke, so wie plastische Thone, sog. Tegel.

Die Flora der tertiären Periode wird characterisirt durch die Häufigkeit der Palmen und Coniferen, insbesondere aber durch das Vorwalten der angiospermen Dicotyledonen, die zuerst in der oberen Kreide erschienen.

Die in der Steinkohlen-Formation so verbreiteten Kryptogamen fehlen fast gänzlich; die im Keuper und Jura häufigen Cycadeen sind selten.

Die Fauna der Tertiär-Formationen unterscheidet sich zunächst von jener der meso- und paläozoischen durch das Erscheinen noch lebender Species, durch die grosse Rolle, welche Wirbelthiere, insbesondere Säugethiere spielen.

Aus der Abtheilung der Pflanzenthiere sind die Spongien fast gänzlich verschwunden, während Foraminiferen in Menge erscheinen. Korallen kommen vor, aber nicht mehr massenhaft. Unter den Strahlthieren sind nur die Echiniden noch vertreten. Von den Mollusken theilen sich Pelecypoden und Gastropoden in die Herrschaft, während die Brachiopoden hauptsächlich nur durch Terebratula, die Cephalopoden durch Nautilus repräsentirt. Unter den Gliederthieren sind Würmer häufig, das Reich der Insecten mehrt sich, vielerlei Kruster erscheinen, zumal Cirripedier.

Von Wirbelthieren finden sich Fische in Menge; wie namentlich die Haifische; endlich Vögel und Säugethiere, welch letztere in einer gewissen Reihenfolge (die sog. Säugethier-Zonen) erscheinen.

Die Eintheilung der Tertiär-Formationen stützte sich auf die Procent-Verhältnisse noch lebender Species von Mollusken zu ausgestorbenen. Auf diese durch **Deshayes** zuerst ermittelten Procent-Verhältnisse gründete (1832) **Lyell** seine Eintheilung der Tertiär-Formationen in drei Abtheilungen, nämlich: 1) untertertiäre oder eocäne; 2) mitteltertiäre oder miocäne und 3) obertertiäre oder pliocäne.

Die einst von **Deshayes** ermittelten Verhältnisszahlen: (3 Proc. für die untertertiären, 19 für die mitteltertiären, 52 für die obertertiären) haben längst ihre Bedeutung verloren. Die Fortschritte der Wissenschaft, durch welche stets neue fossile tertiäre und lebende Species bekannt werden, zeigen dass eine Eintheilung der Tertiär-Formationen durch Zahlen-Verhältnisse nicht durchzuführen ist.

Es hat sich aber später herausgestellt, dass der Unterschied zwischen miocän und pliocän kein so bedeutender, wie zwischen diesen beiden Abtheilungen zusammen und dem Eocän; ja dass sogar die älteren eocänen Bildungen sich wesentlich von den jüngeren eocänen unterscheiden. **Beyrich** hat desshalb (1854) für letztere einen besonderen Namen, oligocäne Formation vorgeschlagen. Es zerfallen demnach die Tertiär-Formationen in vier Abtheilungen, nämlich:

4) Pliocäne Formation.
3) Miocäne Formation.
2) Oligocäne Formation.
1) Eocäne Formation.

Häufig werden die beiden untersten auch als altere oder paläogene, die beiden oberen als jüngere oder neogene Tertiär-Bildungen zusammengefasst.

Mit dem Jahre 1857 trat die Classification der Tertiär-Formationen in ein neues Stadium durch die vortrefflichen Arbeiten von **Karl Mayer.** Derselbe bringt die Tertiär-Formationen nur in zwei grosse Abtheilungen: 1) eine ältere oder untere, durch Seltenheit oder Fehlen und 2) eine obere, jüngere, durch die Häufigkeit noch lebender Arten characterisirt. Jede dieser beiden Abtheilungen wird noch in einzelne Stufen gebracht, welche nach Oertlichkeiten, wo sie besonders typisch entwickelt, benannt. In jeder Stufe finden sich durch Häufigkeit und Verbreitung ausgezeichnete Arten; aber manche treten auch in tieferen oder höheren Stufen auf, sogar in mehreren.

Es ist dies der Fall in den sog. neogenen Formationen, wo viele Arten bis in die obersten tertiären Stufen hinaufgehen: „ein Beweis“ — wie **K. Mayer** in seiner neuesten Schrift*) bemerkt — „dass die alte Unterscheidung von miocän und pliocän rein willkührlich und unstatthaft ist.“

Die Zusammengehörigkeit gewisser Gebilde in den einzelnen Stufen beruht nicht allein auf stratigraphischen Thatsachen oder auf grosser Uebereinstimmung der Faunen, sondern auch auf dem merkwürdigen Umstand, den **Mayer** bereits 1858 hervorhob**): dass in Europa während der Tertiär-Zeit die Mollusken-Arten mit wenigen Ausnahmen von Norden nach Süden auswanderten.

Im Nachfolgenden ist die Zusammenstellung der Tertiär-Ablagerungen Europas nach **K. Mayer*****) versucht, jedoch dem Raume des Buches gemäss, nur mit Berücksichtigung der wichtigeren und verbreiteteren.

Synchronistische Tabelle der Tertiär-Ablagerungen nach Karl Mayer.

Obere Tertiär-Ablagerungen.

VI. Astische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 200 Mtr. (Pliocän.)

Rother Crag in England; Oberster Braunkohlen-Thon der Wetterau. Gelbe oder blaue Sande von Masserano, von Asti, Arnothal; Schichten von Castell arquato in Parma; Oberer vulkanischer Tuff Siciliens. Mergel von Palermo, Militello.

V. Messinische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 300 Mtr. (Miocän.)

Coralliner Crag von Norfolk und Suffolk. Dinotherien Sand von Eppelsheim. Blätterthone von Laubenheim. Dinotherien-Sand bei Delémont. Obere Süsswasser-Molasse von Locle und Delémont. Süsswasserkalke mit *Melania Escheri* im Norden der Schweiz. Oeningen. Glimmerige Süsswasser-Molasse und weisser Sand im Norden des Aargau, am Züricher See, bei Wangen, Günzburg, Ulm. Sand und Braunkohlen führende Ablagerungen mit *Dinotherium bavaricum* des Wiener Beckens: Inzersdorf, Belvedere und u. a. O. Congerien Schichten von Wien, Inzersdorf. Cerithien Schichten von Wien, Nussdorf. Im nördlichen Italien die Braunkohlen führenden Schichten und Gypse von Tortona, die Cerithien-Mergel von Tortona, Modena; im südlichen Italien die Mergel von Messina, Reggio; Korallenkalke und Foraminiferen Mergel von Messina.

IV. Tortonische Stufe. Grösste Mächtigkeit 300 Mtr.

Rothe Mergel und obere Jura-Nagelfluh mit *Helix moguntina* in den Cant. Neufchatel, Bern, Basel, Solothurn, Schaffhausen; in Baden. Rothe Mergel und obere Nagelflue von Zürich, St. Gallen. Blaue Mergel von Baden, Vöslau im Wiener Becken. Im nördlichen Italien: blaue Mergel mit *Ancillaria glandifera* von Tortona, Cornara; im südlichen Italien Molassen und plastische Thone von Messina. Im südwestlichen Frankreich die blauen Mergel von Dax, Bayonne.

III. Helvetische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 800 Mtr.

Meeres-Molasse der Schweiz: Bern, Lucern, S. Gallen und andere Cantone; bei Bregenz und Kaltenbach in Bayern; Muschelsand und sandige Molasse der Cant.

---

*) Systematisches Verzeichniss der Versteinerungen des Helvetian der Schweiz und Schwabens. Zürich 1872.

**) Jahrb. f. Min. 1858, 62.

***) Tableau synchronistique des terrains tertiaires supérieurs. 4. ed. Zurich 1868. Tableau synchronistique des terrains tertiaires inférieurs. 4. ed. Zürich 1869.

Waadt, Freiburg, Lucern, östlicher Aargau, nördliches Zürich. Bei Dettighofen, Höhgau, Ueberlingen, Ulm. Mariner Grobkalk in den Cant. Bern, Basel, Aargau; am Randen, bei Bachzimmern. — Niederrheinische Braunkohlen führende Schichten und im Westerwald. Im Wiener Becken: Leithakalk und Nulliporenkalk von Gainfahren, Leitha-Gebirge· Sand und Mergel mit ***Arca diluvii*** von Steinabrunn, Gainfahren und Sand von Grund, Guntersdorf. — In Ungarn: die Nulliporenkalke von Pesth, Ofen; Sand, Mergel (Tegel) von Gran, Pesth; Sand von Ritzing bei Oedenburg. Die Faluns im südwestlichen Frankreich. Im nördlichen Italien: Mergel und Nulliporenkalk von der Superga, Molasse von Monferrat, Serravalle; im südlichen Italien kalkiger Sand von Malta, basaltischer Tuff von Sortino, Sicilien.

II. Langhische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 1000 Mtr. (Les Langhe.)

Litorinellen- und Corbicula-Kalke des Mainzer Beckens. Untere Süsswasser-Molasse und mittle Nagelfluh von Lausanne, Bern, Hohe Rhonen; Bregenz, Günzburg, Ortenburg bei Passau. Im Wiener Becken: „Schlier" oder blaue Mergel und Sand von Streitdorf, Goldgeben; Sande und Kalke von Eggenburg, Dreieichen; Schichten von Gauderndorf. — Die Steinsalz-Lager von Wieliczka. Im südwestlichen Frankreich die Saucats. Im nördlichen Italien: Mergel von der Superga, les Langhe; im südlichen Italien Mergel und Kalke von Malta.

I. Aquitanische*) Stufe. Grösste Mächtigkeit: 3000 Mtr. (Oligocän.)

Im Pariser Becken: Oberer Süsswasserkalk von La Beauce, Mühlsandstein von Montmorency; im nordwestlichen Deutschland die Mergel und Sandsteine von Sternberg, Osnabrück, Magdeburg, Sand von Cassel. — Im Mainzer Becken: Landschneckenkalk und Cerithienkalk; Blättersandsteine von Münzenberg und Seckbach; Braunkohlen von Kaltennordheim in der Rhön; Cyrenen-Mergel. Blätter-Molasse von Binningen, Kalke mit Helix von Echingen, Zwiefalten u. a. O. bei Ulm. Untere Molasse am Fuss der Alpen: Pilatus, Rigi, in Appenzell. Im Wiener Becken: Schichten von Loibersdorf, Sand von Drei Eichen; Schichten von Mölt und Horn. In Böhmen: Heliciten-Kalk von Kolosoruk, Blättersandsteine von Altsattel, Basalt-Conglomerate von Altwarnsdorf. — Süsswasser-Bildungen von Sagor in Kärnthen; Tuffe von Cilly und Süsswasser-Bildung von Sotzka in Steyermark.

Untere Tertiär-Ablagerungen.

VII. Tongrische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 600 Mtr.

In den Niederlanden die Septarien-Thone von Boom, Sande und Mergel von Tongres. Pariser Becken: Sandstein von Fontainebleau, grüne Mergel vom Montmartre, Süsswasserkalk von La Brie. — Septarien-Thon der Mark Brandenburg; weisse Sande des Samlandes. Mainzer Becken; Septarien-Thon von Kreuznach, Meeressand von Weinheim. Fische führende Schichten von Matt in Glarus; Tavigliana-Sandstein der Alpen; Pflanzen führende Schichten von Häring, Reit im Winkel; Nummuliten und Cerithien führende Schichten von den Diablerets: Schiefer mit ***Meletta crenata*** bei Simonsfeld, Nikolsburg. In Ungarn: Schichten mit ***Meletta crenata*** um Ofen; obere Nummuliten-Schichten und Braunkohlen von Tokod, Gran; Monte Promina in Dalmatien. Im nördlichen Italien: Nulliporen-Kalk des M. Viale, der Marostica; Kalk- und nummulitische Tuffe des M. Viale.

---

*) Nach dem alten Aquitanien, im westlichen Frankreich.

VI. Ligurische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 500 Mtr.

Gyps vom Montmartre. Sand von Westeregeln, Magdeburg. Bernstein des Samlandes. Bohnerz-Ablagerungen von Frohnstetten; Cant. Schaffhausen, Aargau, Egerkingen, Delémont. Flysch mit *Chondrites* in der östlichen und mittlen Schweiz, bayerische Alpen. Wiener Sandstein im Wiener Becken. Flysch des Bakonyer Gebirges, in Dalmatien. Im südöstlichen Frankreich Flysch der Alpen-Gegenden. Im nördlichen Italien Flysch (Macigno) bei Nizza, im Apennin, in Ligurien, Modena. Im Vicentinischen Bryozoen-Kalke, Sande der Marostica

V. Bartonische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 1200 Mtr. (Eocän.)

Plastischer Thon von Barton, Hampshire. — Im Pariser Becken: Schicht mit *Cerithium concavum;* Süsswasserkalk von S. Ouen. Sandstein von Beauchamp. — Braunkohlen führende Ablagerungen des nordöstlichen Deutschland. — Süsswasserkalk und Braunkohlen der Ralligstöcke, Schweiz. Süsswasserkalke von Aix und Apt. Im nördlichen Italien: Kalkstein mit *Nummulites variolaria* der Gegend von Nizza.

IV. Pariser Stufe. Grösste Mächtigkeit: 300 Mtr.

Im Pariser Becken: Kalke mit *Cerithium giganteum,* Nummuliten Schichten. Nummuliten-Bildungen in den Schweizer und bayerischen Alpen. Im nördlichen Italien: oberer Tuff, Süsswasserkalk, Braunkohlen von Ronca; Basalt-Strom des Faldo; Nummuliten-Kalk von Ronca, Tuff von Novale, Fischschiefer von Bolca. — Süsswasser-Kalk von Buchsweiler, Ubstadt.

III. London Stufe. Grösste Mächtigkeit: 260 Mtr.

Thon von London. Im Pariser Becken: Gerölle von Compiegne, Sand von Cuisse-Lamothe. — Kalksteine und Sandsteine mit *Echinanthus* von Biarritz. Im nördlichen Italien: Tuff mit *Strombus Fortisii* bei Ronca; erster Basalt von Ronca.

II. Soissonische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 100 Mtr.

Im Pariser Becken: Schichten der *Ostrea bellovacina* bei Soissons; Plastischer Thon und unterer Meeressand. Grüne Mergel bei Kressenberg. Versteinerungs-reiche Mergel von Aix. Im nördlichen Italien Kalksteine von M. Postale u. a. O.; basaltischer Tuff von Spilecco.

I Flandrische Stufe. Grösste Mächtigkeit: 100 Mtr.

Im Pariser Becken: Süsswasser-Bildung von Rilly. Grobkalk von Mons.

Die Tertiär-Formationen erscheinen theils grössere Gebirgsmassen zusammensetzend, wie z. B. die Nummuliten- und Molasse-Formation, theils in vereinzelten Becken abgelagert In beiden Fällen treten aber oft Schichten von verschiedenem Alter, mehrere der oben genannten Stufen, im nämlichen Gebiete auf. Daher soll auch im Nachfolgenden die Betrachtung der Tertiär-Formationen mehr nach den einzelnen Gebieten stattfinden.*)

Nummuliten-Formation.

Der Name Nummuliten-Formation bezieht sich auf die grosse Menge der Individuen, in welchen die Gattung Nummulites auftritt.

*) Der Umfang, welchen das Buch bereits erlangt, nöthigt zu einer Auswahl der wichtigsten Beispiele.

Gesteine.

Kalksteine, Sandsteine, Schieferthone, Thonschiefer und Conglomerate sind die vorherrschenden Gesteine.

Kalksteine. Hellfarbige oder dunkle, dichte, thonige oder sandige, ziemlich harte Gesteine, nicht selten Glaukonit-Körnchen enthaltend, von Kalkspath-Adern durchzogen. Oft so reich an Nummuliten, dass vollständige Nummulitenkalke entstehen.

Stinkkalke, in hohem Grade bituminös, dunkelfarbig, finden sich besonders in der Nähe von Kohlen-Flötzen: so bei Häring in Tyrol, Guttaring in Kärnthen, Diablerets im Canton Bex.

Granitmarmor, dichter, weisser Kalkstein mit schwarzen Kieselkörnern und Kalkspath-Partien, die in ihrer Vermengung ein dem Granit ähnliches Aussehen hervorrufen. Sehr verbreitet in den bayerischen Alpen; Sinning bei Neubeuern, Tölz, Schöneck, Sonthofen.

Alberese, ein thoniger Kalk in Toscana.

Merligerstein, brauner, grauer oder gefleckter Kieselkalk bei Merligen in den Alpen.

Sandsteine, thonige oder quarzige, fein- und grobkörnige werden besonders in den Alpen-Gegenden unter sehr verschiedenen Namen aufgeführt. Nummulitensandstein, thonige oder quarzige, graue, oft mit Nummulitenkalk wechsellagernde Sandsteine. Hohgantsandstein, quarzig, das Cäment oft kaum bemerkbar, Glimmer-Schüppchen. Am Hohgant, Pilatus die höchsten Massen bildend. Taviglianasandstein, feinkörnig, grün, gefleckt, auf Klüften Kalkspath und Laumontit. Einem verwitterten dioritischen Tuff gleichend. Nach **Studer** Begleiter des Nummulitenkalkes; auf der Alpe von Taviglinaz, bei St. Bonnet unfern Gap u. a. O. Gurnigelsandstein, an der Gurnigelkette (1548 Mtr.) in ansehnlicher Mächtigkeit auftretend.

Macigno, grünlichgrauer, thoniger Sandstein mit Schüppchen von Muscovit; im Apennin.

Niesensandstein, fein- bis grobkörniger, glimmeriger Sandstein, bildet bis 1000 Mtr. mächtig die obere Masse der Niesenkette.

Grünsandstein, mehr oder weniger glaukonitisch, dunkelgrün, mit kalkig-thonigem Bindemittel, enthalten oft Eisenerz-Körnchen und Nummuliten, wodurch sie sich von den Grünsandsteinen der Kreide-Formation, denen sie gleichen, unterscheiden lassen In den bayerischen Alpen, bei Sonthofen, am Kressenberg.

Schieferthone, der Flysch-Bildung angehörig, sehr oft Fucoiden führend, daher Fucoidenschiefer. Dachschiefer, den älteren Thonschiefern gleichend, von schwarzer Farbe, finden sich zwischen Engi und Matt am Plattenberg (2970 F.) im Canton Glarus, daher auch Glarnerschiefer genannt. (Sowohl wegen ihrer mannigfachen Verwendung zu Boden-, Dachplatten und Schreibtafeln, als wegen ihres Reichthums an Fischresten merkwürdig.) Niesenschiefer, ähnliche Dachschiefer aber keine thierischen Reste, nur Fucoiden enthaltend; einige 100 Mtr. mächtig an der Niesenkette.

Mineral-Vorkommnisse: Oolithisches Eisenerz, Thoneisenstein; Jaspis, Cölestin.

Oolithisches Eisenerz stellt sich in den Grünsandsteinen Bayerns oft in einzelnen Flötzen ein. Man unterscheidet: Rothes, 'körniges Eisenerz; besteht aus

einem thonig-kalkigen und Rotheisenerz haltigem Bindemittel und aus zahlreichen Eisenerz-Körnchen, deren Rinde oft Roth-, deren Kern Brauneisenerz. Enthält zuweilen Nummuliten. Bei Sonthofen, am Grünten, Dornbirn, Tölz. Rotherz, körnig, röthlichgelb, aus Eisenerz- und Quarz-Körnern bestehend, mit thonig-kalkigem Bindemittel. Am Kressenberg.

Flyschthoneisenstein, dicht, gelblichgrau, mit eisenbrauner Rinde. Im Flyschgebiet der Alpen häufige, aber nicht mächtige Lager.

Jaspis, roth, gestreift, klein. Schichten bildend in Oberitalien bei Borghetto u. a. O.; ferner sehr schön als Kugeljaspis im Nummulitenkalk Egyptens; enthält manchmal Nummuliten.

Cölestin bei Mokkatam in Egypten; gelbe, nach der Brachydiagonale gestreckte Krystalle; erfüllt Drusenräume im Nummulitenkalk. Der Cölestin ist oft mit Nummuliten verwachsen, schliesst auch solche ein.

Verbreitung der Nummuliten-Formation.

Durch ihre ausserordentliche Verbreitung übertrifft dieselbe alle tertiären Bildungen; denn sie betheiligt sich mehr oder weniger an der Zusammensetzung mächtiger Gebirge: der Alpen, Apenninen, Karpathen, Pyrenäen, Atlas, Himalaya', Kaukasus. Sie findet sich in Deutschland besonders in Bayern in den sog. Algäuer Alpen am Bolgen, Grünten; im Gebiete des Lech und Inn, am Kressenberg, bei Sonthofen. Ferner bei Häring in Tyrol, Guttaring in Kärnthen, Sotzka, Steyermark, Mattsee, Oesterreich; in Ungarn; in der Schweiz sehr verbreitet in den westlichen Alpen, nicht im Jura; im Vicentinischen; im Becken von Paris, Gegend von Biarritz. Endlich in Griechenland, in der Türkei, in Spanien, Egypten, Algier, Kleinasien, Persien, Ostindien.

Dass eine so weit verbreitete und mächtige Formation aus einzelnen Etagen von verschiedenem Alter zusammengesetzt, ist leicht begreiflich; es lassen sich vorzugsweise zwei Hauptstufen unterscheiden: eine ältere und jüngere Nummuliten-Formation.

Aeltere Nummuliten-Formation.

Derselben gehören namentlich die über so bedeutende Flächenräume in den Schweizer, bayerischen Alpen und den oben genannten Gebirgen verbreiteten Schichten an, welche die pelagische Facies der ältesten Tertiär-Bildungen repräsentiren und besonders durch die grosse Menge der Individuen von Nummulites, welche ganze Schichten bilden, characterisirt werden, so wie durch die häufige Verbindung mit Flysch.

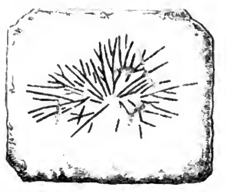
Versteinerungen.

Pflanzen werden fast ausschliesslich durch Fucoiden vertreten, die der Gattung Chondrites angehören; ferner die zu den sogen. Nulliporen gehörige *Lithothamnium*. — Unter den thierischen Leitfossilien spielen Foraminiferen eine bedeutende Rolle: die Gattung Nummulites. Ausserdem erscheinen einige Echiniden-Species, verschiedene Pelecypoden und Gastropoden, von Cephalopoden Nautilus. Ferner Würmer (Serpula), Krebse, als lokale Vorkommnisse Fische.

Als einige der wichtigsten Leitfossilien dürften folgende gelten.

I. *Pflanzen.*

Chondrites Targionii **Brongn.** } Weit verbreitet auf der Oberfläche der
Chondrites intricatus **Brongn.** } Schichten, der sog. Fucoidenschiefer.



Chondrites intricatus. Chondrites Targionii.

Helminthoidea labyrinthica **Heer.** Diese eigenthümlichen, vielleicht von Meerwürmern gebildeten „Wurmsteine" sind sehr bezeichnend, durch das ganze Flyschgebiet der Schweiz und Oberitaliens verbreitet.

Lithothamnium nummuliticum **Gümb.** Am Nordrande der Kalkalpen, in den Kressenberger Schichten sehr verbreitet, dann im sog. Granitmarmor, dessen Masse aus zerstuckelten Aesten dieser Alge besteht. In dieser Schicht — bemerkt **Gümbel** — trifft man innerhalb der ganzen Verbreitung der Nummuliten-Bildung von der Schweiz, durch Bayern und Oesterreich Lith. nummuliticum; in den gleichalterigen Schichten, am Sudrande der Alpen im Vicentinischen massenhaft.

II. *Thiere.*

1) Foraminiferen.



Nummulites.

Nummulites laevigata **Lam.** *N. Biaritzensis* **Arch.** *N. perforata* **d'Orb.** *N. planulata* **d'Orb.** *N. scabra* **Lam.** *N. complanata* **Arch.** (gross). *N. intermedia* **Arch.** *N. garanensis* **Leym.** *N. globulus* **Leym.** *(N. Ramondi* **Defr.)** besonders in der Schweiz. *N. variolaria. Orbitulites discus* **Rüt.**, *O. parvula* **Rüt.**, *O. Fortisii* **Arch.**, *O. papyracea* **Arch.**, *O. radians* **Arch.** und *O. stellata* **Arch.** — *Operculina ammonea* **Leym.** und *O. Boissyi* **Arch.** *Hymenocyclus papyraceus* **Boub.** (Schweiz). *H. nummuliticus* **Gümb.**

2) Echiniden.

Conoclypus conoideus **Ag.**, bis zu einem Durchmesser von $^1/_2$ Fuss. *Con. anachoreta* **Ag.**

Pygorhynchus Cuvieri **Ag.**

Eupalangus ornatus **Ag.**

3) Pelecypoden.

Ostrea gigantea **Brand.**

Corbis lamellosa **Lam.**

Corbula rugosa **Lam.**

Vulsella falcata **Goldf.**
Chama gigas **Desh.** *Ch. calcarata* **Lam.**
Cardita multicostata **Lam.** *Card. acuticostata* **Lam.**
Spondylus cisalpinus **Brong.** *Sp. asperatus* **Münst.**

4) Gasteropoden.

Natica sigaretina **Desh.** *N. mutabilis* **Desh.**
Voluta ambigua **Lam.** *Diastoma costellata* **Desh.**
Fusus intortus **Lam.** *F. longaevus* **Lam.**
Xenophora agglutinans **Lam.** *Turritella imbricataria* **Lam.**

5) Cephalopoden.

Nautilus lingulatus **v. Buch.**

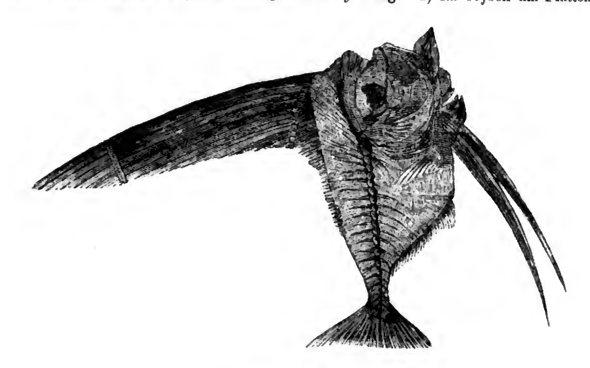
6) Anneliden.

Serpula spirulaea **Lam.**

7) Crustaceen.

Cancer punctulatus **Desm.**

Höhere Thierreste sind auf einzelne Oertlichkeiten beschränkt. Es finden sich besonders Fische und zwar: 1) am Monte Bolca in Italien. Es sind theils Aal- und Häring-artige, theils ganz eigenthümliche Fische. Als häufigere sind zu nennen: *Pycnodus platessus* **Ag.** und *Smerdis micracanthus* **Ag.** Wegen ihrer sonderbaren Gestalten verdienen Erwähnung: der eben so hohe als lange *Mene rhombea* **Müll.** *(Gasteronemus rhombus* **Ag.)** und *Semiophorus velifer* **Ag.** 2) Im Flysch am Platten



Semiophorus velifer.

berg bei Matt im Canton Glarus, in den bekannten Schiefern, 2970 F. über dem Meere. Hier sind besonders die zu den Stachelflossern gehörigen Makrelen (Thunfische) durch zwei Gattungen vertreten: *Anenchelum* und *Palaeorhynchum*. *(A. glaronense* **Ag.** und *A. latum* **Ag.,** so wie *P. glaronensis* und *P. longirostris* **Ag.** am häufigsten.)

Gliederung der Nummuliten-Formation.

Dieselbe zerfällt in zwei Abtheilungen:

2) eine obere, oligocäne, die Flysch-Formation, aus Schiefern und Sandsteinen bestehend, von organischen Resten hauptsächlich Fucoiden enthaltend.

1) eine untere, eocäne, die eigentliche Nummuliten-Formation, aus Kalksteinen und Sandsteinen bestehend, mit zahlreichen Nummuliten.

Der Flysch tritt in grosser Verbreitung und Mächtigkeit (bis über 1000 Mtr.) als constante Decke der Nummuliten-Bildung in den Schweizer Alpen auf, wie z. B. bei Appenzell, am Pilatus, in der Gurnigelkette, Simmenthal, zumal aber in der Niesenkette; auch in den französischen Alpen.

Die ältere alpine Nummuliten-Bildung zerfällt nach **C. Mayer** in zwei Stufen: nämlich:

2) eine obere, dem oberen Parisien, dem oberen Grobkalk von Grignon entsprechend; Neuhaus am Thuner See, Pilatus, Einsiedeln, Schwyz.

1) eine untere, dem unteren Parisien oder unteren Grobkalk entsprechend: Appenzell, Yberg, Bürgen; Sonthofen und Kressenberg.

Nummuliten-Formation im Ofen-Kovacsier Gebirge in Ungarn, nach **Karl Hofmann.**

Ober-Eocän. (Barton Stufe.)

Kalkmergel voll Orbitoiden, kleinen Nummuliten *(N. planulata), Pecten Biarritzensis.* (Bryozoen-Schichten, oberer Orbitoiden-Horizont.)

Kalkstein und Conglomerat, ersterer voll *Orbitoides papyracea*, *Num. intermedia*, *Operculina ammonea.* (Nummulitenkalk, unterer Orbitoiden-Horizont).

Mittel-Eocän. (Pariser Stufe.)

Mergel und Tegel mit Budakesz, mit Cerithien.

Thonmergel bei Nagy-Kovacsi mit *Num. Lucasana*, *N. perforata.* (Lucasana-Schicht.)

Tegel bei Nagy-Kovacsi mit *Operculina granulosa.* (Operculina-Schicht).

Tegel mit *Cerithium calcaratum.* (Cerithien-Schicht)

Süsswasserkalk und Braunkohlen-Bildung bei Nagi-Kovacsi und Szt. Jvan.

(Liegendes: Hauptdolomit und Dachsteinkalk.)

Jüngere Nummuliten-Formation.

Dieselbe tritt nicht in so ausgedehnten, zusammenhängenden Massen, vielmehr in vereinzelten, auf kleinere Gebiete beschränkten Bildungen auf. So in den Umgebungen von Häring in Tyrol, Sotzka in Steyermark, Sagor in Krain, am Monte Promina in Dalmatien, Guttaring in Kärnthen, bei Forna unfern Stuhlweissenburg, bei Gran, Pokod u. a. O. in Ungarn. Ferner bei Gap in den französischen, an den Diablerets in den Schweizer Alpen, in Savoyen; Castel Gomberto im Vicentinischen, Novale, Italien.

Von den Versteinerungen.

Pflanzen. Während die ältere Nummuliten-Formation mit grosser

Einförmigkeit nur Algen aufzuweisen hat, stellt sich in der oberen an einzelnen Oertlichkeiten eine überraschende Mannigfaltigkeit an Pflanzen ein. Die Flora wird vorzugsweise durch Proteaceen und Myrtaceen vertreten.

Als einige der häufigsten, an verschiedenen der genannten Orte vorkommende Pflanzen dürften folgende zu nennen sein.

Palmen. *Sabal major* **Ung.** Häring, Novale.

Dicotyledonen. *Myrica Ungeri* **Heer.** Sotzka, Häring.

Laurus primigenia **Ung.** Sotzka.

Cinnamomum polymorphum **Br.** Sotzka, Promina. *C. lanceolatum* **Ung.** Sotzka, Häring, Novale.

Daphnogene Ungeri **Heer.** Sotzka, Novale.

Dryandroides hakeaefolia **Ung.** Sotzka, Häring, Promina.

Gleditschia celtica **Ung.** Sotzka, Häring, Novale

Unter den thierischen Resten sind es zunächst wieder Foraminiferen; jedoch erscheint *Nummulites* bei weitem nicht mehr mit der grossen Zahl der Species und Individuen *(N. variolaria* **Sow.,** *N. contorta* **Desh.),** ja manchen Gebieten fehlen Nummuliten, wie z. B. im Ofen-Kovacsier Gebirge und es scheint die Gattung in manchen Regionen früher, in anderen später erloschen zu sein. *Haplophragmium acutidorsatum* **Hantk.** in Ungarn sehr häufig. *Operculina ammonea* **Leym.** z. B. bei Häring. Die Mollusken sind hauptsächlich durch Pelecypoden und Gasteropoden vertreten, letztere besonders durch Cerithium. Als einige bezeichnende Species dürften gelten: von Pelecypoden: *Cardium granulosum* **Lam.,** *C. gratum* **Desh.,** *Pecten obovatus* **Lam.,** *Pholadomya Puschi* **Goldf.,** *Psammobia pudica* **Brong.,** *Corbula semicostata* **Bell.,** *Cyrena convexa* **Héb.** Von Gasteropoden: *Cerithium plicatum* **Brug.,** *C. calcaratum* **Brongn.,** *C. trochleare* **Lam.,** *Natica angustata* **Grat.,** *N. Studeri* **Bronn.** Von Fischen ist *Meletta crenata* **Heck.** bezeichnend.

Beispiele vom Vorkommen der oberen Nummuliten-Formation.

Bei Häring in Tyrol, wegen des Reichthums an Pflanzen und des Vorkommens von Kohle, besonders wichtig, zeigt sich folgende Schichten-Reihe:

Undeutlich geschichteter Mergel, ohne Pflanzen.

Bituminöser Mergelschiefer oder Stinkkalk, dicht erfüllt mit Pflanzen-Resten.

Kohlen-Schichten, bald ausgezeichnete Pechkohle, bald glänzende Schieferkohle, von Kalkstreifen durchzogen mit Nestern von Gyps.

Schieferthon und Mergelschiefer, mit undeutlichen Pflanzen-Resten.

Im Ofen-Kovacsier Gebirge folgt auf die oben genannte eocäne Bildung eine oligocäne:

Ober-Oligocän.

Sand mit *Pectunculus obovatus.*

Unter-Oligocän.

Tegel mit *Pecten Bronni, Meletta,* vielen kleinen Foraminiferen.

Kieselige und kalkige Sandsteine mit *Cerithium Ighinai.* (Sog. Lindenberger Sandstein.)

(Die oligocäne Schichtenreihe des Ofen-Kovacsier Gebirges ist nach **K. Hofmann** gleichalterig mit Häring.)

Tertiär-Ablagerungen im Vicentinischen.

Dieselben gewinnen besonderes Interesse durch ihren Zusammenhang mit Basalten. Wiederholt fanden hier vulkanische Ausbrüche statt, welche die mannigfachsten physikalischen Veränderungen bedingten, einen mehrfachen Wechsel der Meeres- und Landfauna hervorriefen. Die Basalte werden meist von Tuffen begleitet, doch treten letztere auch ohne Basalte auf. Die Tuffe enthalten häufig organische Reste, welche (den Tuff von Faldo ausgenommen) stets marine. — Die Gliederung des Vicentinischen Tertiärgebirges ist nach **E. Süss** folgende.

6. Schichten von Schio, besonders am Aussenrande des östlichen Theiles der Marostica entwickelt.
   e) Mergel mit zahlreichen Schalen von *Pecten deletus, P. Haueri.*
   d) Oberer Nulliporenkalk.
   c) Kalkstein erfüllt mit *Scutella subrotunda.*
   b) Sandstein und Grobkalk mit *Clypeaster Michelottii* und anderen Arten von *Clypeaster.*
   a) Unterer Nulliporenkalk.
5. Gruppe von Castel Gomberto. Mit ihr erreichte die Thätigkeit der Vicentinischen Basalte ihr Ende.
   Tuffe und Kalke, durch Reichthum an Conchylien ausgezeichnet. Kohlenflötze von M. Viale.
   Kalkbänke mit *Hemicidaris difficile* **Mich.** und Kalksteinmassen am M. Pulgo mit Echiniden.
4. Schichten-Gruppe von Montecchio Maggiore, Val di Lonte.
   Schichten von Laverda. Blaugraue Mergel und Sandsteine mit Treibhölzern und Bohrungen von *Teredo.* Aus diesem Gliede entwickelt sich — wie **Süss** hervorhebt — der Flysch.
   Schichten von Sangonini bei Lugo. Schwarze basaltische Tuffe von Sangonini, Salcedo, blaue Thone von Altavilla, Conchylien führende Mergel der Casa Fortuna. Die Fisch- und Pflanzen führenden Kalkschiefer von Salcedo mit ihren prachtvollen Palmen dürften als Einlagerungen im Tuff angesehen werden.
   Korallen reiche Bank von Crosara.
   Sand, Sandsteine und Conglomerate mit grossen Arten von *Natica* an der Marostica.
   Mergellage mit Bryozoen-Stämmchen.
3. Gruppe von Priabona.
   Blaue Mergel mit *Operculina ammonea;* Orbitulinen-Mergel mit *Serpula spirulaea;* Kalksteine und Basalttuff.
2. Hauptgruppe der Gegend von Ronca, aus Basalt, Tuff und Kalkstein-Bänken bestehend, übertrifft an Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der Entwickelung alle übrigen. Dieser Gruppe gehören an: der schwarze Tuff mit *Strombus Fortisi* und vielen Cerithien bei Ronca; an Conchylien reicher und in Tuff übergehender Kalk bei Castione; grüne Tuff-Schichten von Castione, S. Giovanni Illarione; Kalkstein mit Kieselnieren und mit *Nummulites spira;* wohlgeschichteter Kalk mit zahlreichen Echiniden; der weisse Grobkalk vom M. Postale mit vielen Conchylien und Alveolinen; der Fisch-Reste und Blätter führende Kalkschiefer von

der Lastrara bei M. Bolca und von M. Postale mit Zwischenlagen von Alveolinen und der unter dem Namen Membro bekannte, blaue, harte Kalkstein. Dieser Gruppe gehört auch der bedeutende Basalt-Strom des Faldo an, mit seinen Süsswasser- und Braunkohlen-Bildungen.

1. Tuff von Spilecco, ziegelrother Tuff mit grauschwarzen wechselnd, mit Haifisch-Zähnen, Brachiopoden und Radiaten.

Bemerkenswerth ist das Erscheinen von Landfloren im Gebiete der doch vorherrschend marinen Tertiär-Ablagerungen.

5. Die Flora von Zovencedo und M. Viale, wohl der unteren Süsswasser-Molasse gleich.
4. Jüngere Palmen-Flora von Salcedo.
3. Palmen-Flora des M. Vegroni und von Ronca.
2. Landflora von Novale, über dem Tuff mit *Nummulites spira*.
1. Landflora in den fischführenden Schiefern des M. Bolca und Postale.

Tertiär-Formationen im Pariser Becken.

Die häufigsten Gesteine sind Kalksteine, Sandsteine, Quarzite, Sand-Ablagerungen, Mergel, Thone und Gyps.

Kalksteine. Unter diesen sind die für die Tertiär-Formationen überhaupt so bezeichnenden Grobkalke häufig, d. h. mit Quarzsand mehr oder weniger gemengte Kalksteine, bald locker, bald fest, von hellen, zumal gelblichen Farben. Oft stellen sich neben den Quarz-Körnchen noch solche von Glaukonit ein, glaukonitischer Grobkalk, die durch ein kalkiges Cäment nur locker verbunden. Mergelkalke sind nicht selten, ebenso Kieselkalke, graue, dichte Kalksteine mit Knollen von Chalcedon oder Hornstein. Quarzite, meist porös, von weisser, grauer Farbe. Sand-Ablagerungen, vorwaltend aus Quarzsand bestehend, den Glaukonit-Körnchen, Schuppen von Muscovit beigemengt. Mergel, grau oder weiss, oft Kreide-artig, mit Quarz- oder Glaukonit-Körnchen. Gypsmergel, weich, von hellgelblicher Farbe. Thon, besonders sog. plastischer Thon, grau oder weiss, Krystalle von Gyps, auch Eisenkies enthaltend und oft durch Quarzsand oder Glaukonit-Körnchen verunreinigt. Gyps, feinkörnig bis dicht, hellgelb.

Mineralien finden sich verschiedene, einige für das Pariser Becken recht bezeichnende, nämlich Gyps in den bekannten weingelben Zwillings-Krystallen vom Montmartre (Zwillings-Ebene — $P \infty$), im feinkörnigen Gyps eingewachsen, begleitet von Schaumgyps. Menilit oder Leberopal, rundliche Knollen, im Klebschiefer Concretionen bildend; auch in schmalen Lagen im Gyps. Kalkspath in den mit Quarzsand gemengten Rhomboedern — 2R, der sog. krystallisirte Sandstein von Fontainebleau.

Verbreitung. Die oben genannten Gesteine setzen in den Umgebungen von Paris ein wellenförmiges Hügelland zusammen in den Gebieten der Seine und Loire.

Von den Versteinerungen.

Die verschiedenen Gesteine, zumal Grobkalke und Süsswasserkalke enthalten eine grosse Menge organischer Reste, aus welchen sich ergibt, dass es theils Meeres-, theils Süsswasser-Ab-

lagerungen oder Gemenge beider, Brackwasser-Bildungen sind; ferner dass nicht sämmtliche Schichten der eocänen, sondern auch der oligocänen, die obersten sogar der miocänen Formation angehören. — Unter den organischen Resten werden Pflanzen hauptsächlich durch Chara vertreten. Unter den Phytozoen sind es Foraminiferen und insbesondere die Gattung Nummulites, die von Bedeutung, durch deren Anwesenheit ein Theil des Pariser Beckens als zur Nummuliten-Formation gehörig zu betrachten. Auch zierliche Korallen und Echiniden kommen vor. Ausserdem sind es vorzugsweise Mollusken und zwar Pelecypoden und Gastropoden, welche eine grosse Rolle spielen. Jene namentlich mit den Gattungen Ostrea, Pecten, Pectunculus, Cardium, Cardita, Crassatella, Lucina, Arca u. a.; diese mit Natica, Neritina, Turritella, Conus, Fusus, zahlreiche Arten von Cerithium nebst den Süsswasser-Schnecken: Paludina, Cyclostoma, Limneus, Helix. — Von höheren Thier-Resten verdient das Vorkommen von Palaeotherium und Anoplotherium im Gyps Beachtung.

Als häufigere Leitfossilien dürften folgende gelten.

I. *Pflanzen.*

Chara medicaginula **Lam.** Früchte von der Grösse eines Stecknadelkopfes. In den Süsswasser-Mergeln und Quarziten.

II. *Thiere.*

1) Foraminiferen.

Nummulites planulata **Lam.** In der ersten (untersten) Nummuliten-Etage.
Nummulites laevigata **Lam.** }
Nummulites scabra **Lam.** } Im unteren Grobkalk, der zweiten Nummuliten-Etage ganze Schichten bildend.
Nummulites variolaria **d'Orb.** Im unteren Meeressand oder dritte Nummuliten-Etage.

Orbitulites complanata **Lam.**
Triloculina communis **Desh.**
Triloculina oblonga **d'Orb.**
Triloculina trigonula **d'Orb.**
Quinqueloculina saxorum **d'Orb.**
Ovulites margaritula **Lam.**
} Im mittleren Grobkalk.

2) Korallen.

Dendrophyllia cariosa **Mich.**
Anthophyllum distortum **Mich.**
} Unterer Meeressand.

Turbinolia crispa **Lam.**
Turbinolia sulcata **Lam.**
} Mittler Grobkalk.

3) Echiniden.

Scutellina lenticularis **Ag.** *Pygorhynchus grignonensis* **Ag.**	Mittler Grobkalk.

4) Pelecypoden.

Ostrea bellovacina **Lam.** Im unteren Meeressand.
Ostrea cymbula **Lam.** Im mittlen Grobkalk.
Ostrea cyathula **Lam.**, *Ostrea callifera* **Lam.** Im oberen Meeressand.
Cyrena antiqua **Fér.**, *Cyrena cuneiformis* **Fér.** Im unteren Meeressand.
Crassatella ponderosa **Nyst.** Im unteren Meeressand.
Crassatella plumbea **Desh.** Mittler Grobkalk.
Cardium porulosum **Lam.** Im unteren und mittlen Grobkalk. (Fig. s. folg. S.
Pecten plebejus **Lam.** Mittler Grobkalk.
Pectunculus pulvinatus **Lam.** Mittler Grobkalk.
Pectunculus depressus **Desh.** Im mittlen Meeressand.
Pectunculus obovatus **Lam.**, *Pectunculus angusticostatus* **Lam.** Im oberen Meeressand.
Cardita planicosta **Blainv.**, *Arca angusta* **Lam.** Mittler Grobkalk.
Lucina gigantea **Desh.** Im mittlen Grobkalk.
Lucina saxorum **Lam.** Oberer Grobkalk und mittler Meeressand.
Venericardia complanata **Desh.** Mittler Meeressand.

5) Gasteropoden.

Neritina globulus **Defr.** Im unteren Meeressand.
Cerithium variabile **Desh.**, *Cerithium papale* **Desh.** Im oberen Meeressand.
Cerithium giganteum **Lam.** Untere Schichten des mittlen Grobkalk. (Fig. siehe folg. S.)
Cerithium serratum **Lam.** Mittler Grobkalk.
Cerithium mutabile **Lam.**, *Cerithium pleurotomoides* **Lam.** Mittler Meeressand.
Cerithium plicatum **Brug.** Oberer Meeressand.
Cerithium Lamarcki **Desh.** Im Limneenkalk.
Fusus Noae **Lam.**, *Conus deperditus* **Lam.** (Fig. s. folg S.), *Turritella imbricataria* **Lam.**, *Natica epiglottina* **Lam.** Mittler Grobkalk.
Natica crassatina **Desh.** Im oberen Meeressand.
Physa gigantea **Mich.** Süsswassermergel von Rilly.
Physa columnaris **Desh.** Im plastischen Thon.
Paludina aspera **Mich.** Süsswassermergel.
Paludina lenta **Sow.** Im plastischen Thon.
Paludina pusilla **Desh.**, *Cyclostoma mumia* **Lam.** Im oberen Grobkalk.

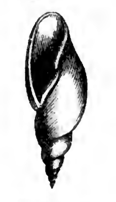
Limneus longiscatus **Brongn.** Süsswasserkalk.
Limneus fabulus **Brongn.** } Im Limneenkalk.
Limneus cylindricus **Brard.**
Helix Moroguesi **Brong.** } Im Helicitenkalk.
Helix Lemani **Brong.**



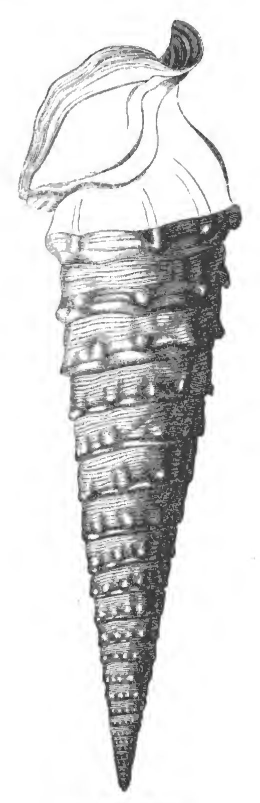
Cardium porulosum.



Conus deperditus.



Limneus longiscatus.



Cerithium giganteum.

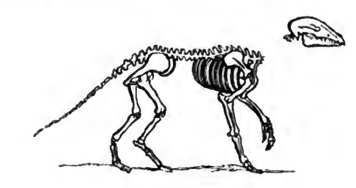
6) Anneliden.

Serpula variabilis **Defr.** } Im Grobkalk.
Serpula lima **Defr.**

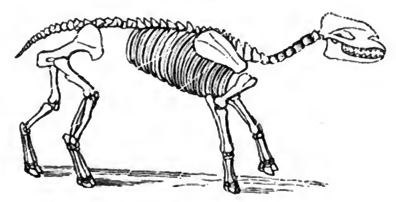
7) Säugethiere.

Arctocyon primaevus **Blainv.** Im unteren Meeressand.
Coryphodon anthracoideum **Blainv.** Im plastischen Thon.
Anoplotherium commune **Cuv.**
Palaeotherium magnum **Cuv.**
Palaeotherium crassum **Cuv.**
Xiphodon gracile **Cuv.**
} Im Süsswasser-Gyps.

Diese Pachydermen repräsentiren die erste Säugethier-Zone.



Anoplotherium.



Palaeotherium.

Gliederung des Pariser Beckens, nach **Archiac.**

VI. Obere Süsswasser-Bildung oder Kalkstein von Beauce.
3. Heliciten-Kalk. Heller Mergelkalk, reich an *Helix.*
2. Thon mit Zwischen-Lagen oder Concretionen von Mühlsteinquarz.
1. Limneen-Kalk, dichter oder poröser Kalk mit Hornstein-Knollen und *Limneus.*

V. Oberer Meeressand und Sandstein.
3. Sandstein von Fontainebleau, weisser oder gelber Sandstein.
2. Sand, weiss oder gelb, mit Zwischen-Lagen oder Concretionen von Sandstein und mit dem „krystallisirten Sandstein."
1. Thone und Mergel mit *Ostrea,* sog. Austern-Mergel.

IV. Mittlere Süsswasser-Bildung und Gyps.
5. Thon mit Bänken und Concretionen von Mühlsteinquarz.
4. Mergel und Kieselkalk mit Hornstein-Knollen, sog. Kalkstein von Brie.
3. Grüne Mergel mit Strontianit-Nieren und harte Mergelkalke.
2. Feinkörniger Gyps und Gypsmergel; der Gyps enthält die bekannten Zwillings-Krystalle, Zwischenlagen von Klebschiefer mit Menilit-Knollen und Knochen von *Palaeotherium, Anoplotherium.* Besonders am Montmartre.
1. Mergelkalk (Kalk von St. Ouen) und Mergel mit Süsswasser-Schnecken.

III. Mittler Meeressand.
3. Kalksand und Kalkmergel.
2. Kalkstein, Sandstein und Sand.
1. Quarzsand, mit Zwischen-Lagen oder Blöcken von Sandstein und Geschieben von Kalkstein. (Dritte oder oberste Nummuliten-Etage.)

II. Grobkalk-Gruppe.
4. Mergel und Mergelkalke mit Hornstein.
3. Oberer Grobkalk, dicht oder porös und reich an Cerithien, Cerithienkalk.
2. Mittler Grobkalk, oft mit vielen Foraminiferen, Miliolitenkalk, *Cerithium giganteum.*
1. Unterer Grobkalk, sandiger und glaukonitischer Grobkalk. (Zweite Nummuliten-Etage.)

I. Unterer Meeressand.
4. Glaukonitischer oder glimmeriger Sand mit Zwischen-Lagen oder Concretionen von Sandstein. (Erste oder unterste Nummuliten-Etage.)
3. Thone mit Sandschichten und Muschelbänken; Braunkohlen-Lager mit Letten und plastischer Thon mit Gyps-Krystallen, ohne Petrefacten.
2. Glimmeriger oder glankonitischer Sand, Sand von Bracheux, mit Zwischen-Lagen von Sandstein.
1. Süsswasser-Mergel von Rilly und weisser Qnarzsand.

Die Schichten-Folge des Pariser Beckens nach **K. Mayer** ist:

8. Aquitanische Stufe.
Süsswasserkalk von Beauce; oberster Mühlsteinquarz der Umgebung von Paris.
7. Tongrische Stufe.
Sandstein von Fontainebleau; Sand-Ablagerungen von Etampes u. a. O.; grüne Mergel vom Montmartre und Süsswasserkalk von la Brie.
6. Ligurische Stufe.
Gyps vom Montmartre.
5. Bartonische Stufe.
Schichten mit *Cerithium concavum* zu Paris; Süsswasserkalk von Ouen; Sandstein und Sand von Beauchamp.
4. Pariser Stufe.
Mergel (sog. Cailasses); Kalksteine mit *Cerithium giganteum,* Nummulitenkalk, glaukonitischer Grobkalk.
3. Londoner Stufe.
Sand von Cuisse-Lamotte; Schichten mit *Nummulites planulata.*
2. Soissonsche Stufe.
Schichten mit *Ostrea bellovacina* bei Soissons; Sand und Thon mit Braunkohlen, plastischer Thon-Sand von Bracheux.
1. Flandrische Stufe.
Süsswasserkalk mit *Physa gigantea* und Sand von Rilly.

Mainzer Becken.

Unter dem „Mainzer Becken“ stellt man sich gewöhnlich unsere heutige Rheinebene vor, als ein altes Meeresbecken, welches von Hardt, Vogesen, Taunus, Hundsrück, Odenwald und Schwarzwald umsäumt wurde und noch mit einer nordöstlich sich abzweigenden Bucht, der Wetterau, in Verbindung stand. Dieser Begriff ist indess, wie **Weinkauff** gezeigt hat, nicht der richtige: die so natürlich scheinenden Grenzen

sind nicht die beim Abfluss des Meeres, vielmehr die Resultate von Hebungen und Senkungen des Meeresbodens, welche während und nach Ablagerung der Sedimente stattfanden. Es wird dies bestätigt dadurch: dass die tertiären Schichten in ansehnlichen Höhen auf jenen Gebirgen, in sehr verschiedenem Niveau erscheinen; ferner durch den Wechsel von meerischen, Brackwasser- und Süsswasser-Ablagerungen.

Die Gesteine, von welchen das Mainzer Becken gebildet wird, sind: Sandsteine und Sand-Ablagerungen, Thone, Mergel und Kalksteine. Von Wichtigkeit sind die am Habichtswald, Vogelsberg und in der Wetterau vorkommenden Braunkohlen-Lager.

Von den Versteinerungen.

Die im Gebiete des Mainzer Beckens vorkommenden Pflanzen-Reste gehören Palmen, Coniferen, den verschiedensten Laubbäumen an, wie Birken, Buchen, Eichen, Feigen, Pappeln, Weiden, Laurineen, Ahorn u. a. Unter den thierischen Resten walten Mollusken vor und zwar Pelecypoden mit den Gattungen Ostrea, Perna, Pectunculus, Cyrena, Tichogonia, Cytherea, Corbicula und Gastropoden mit der an Arten reichen Gattung Cerithium, Natica, Chenopus, Litorinella, Helix, Planorbis, Cyclostoma u. a. Von Fischen verdient das Vorkommen von Haifisch-Zähnen, von Säugethieren jenes von Halianassa und von Dinotherium Erwähnung.

Als wichtigere Leitfossilien dürften folgende zu nennen sein:

I. *Pflanzen.*

In zwei verschiedenen Stufen erscheinen am Rande des Mainzer Beckens durch Pflanzen-Reichthum ausgezeichnete Schichten; es sind dies: 1) die oligocänen Blättersandsteine der Wetterau und 2) die miocänen Blätterthone von Laubenheim.

Die Hauptfundorte der oligocänen Pflanzen sind Münzenberg (in Thon- oder Sandstein) und Salzhausen. Die Mehrzahl der Pflanzen gehört nach den trefflichen Arbeiten von **C. v. Ettingshausen** der „aquitanischen Stufe" (oberoligocän) an. Als characteristische Arten hebt **v. Ettingshausen** folgende hervor: *Chara granulifera* **Heer,** *Pteris Gaudini* **Heer,** *Lygodium Gaudini* **Heer,** *Cyperus Sirenum* **Heer,** *Pinites Protolaryx* **Goepp.,** *Quercus Godeti* **Heer,** *Nyssa obovata* **Web.,** *Dryandroides Hagenbachi* **Heer,** *Apocynophyllum pachyphyllum* **Ett.,** *Dombeyopsis Decheni* **Web.,** *Celastrus scandentifolius* **Web.,** *Taxodioxylon Goepperti* **Hart.,** *Ataktoxylon Linkii* **Hart.** und *Folliculites Kaltennordheimensis* **Zenk.** Die Flora von Münzenberg ist etwas älter wie jene von Salzhausen und zeigt die Veränderungen, welche in der vorweltlichen Flora der Wetterau zur aquitanischen Zeit statt hatte. Während die Flora von Münzenberg ihrem Character nach mit dem des Polirschiefers von Kutschlin übereinstimmt, nähert sich die der Blätterkohle von Salzhausen mehr der des plastischen Thones von Bilin. In Münzenberg sind die Proteaceen und andere Formen der neuholländischen Flora durch eine grössere, die Cupressineen, Abietineen, Ulmaceen, Juglandeen durch eine geringere Artenzahl vertreten. Die Tropenformen der aquianischen Stufe sind hier durch die Gattungen *Lygodium, Musophyllum, Araliophyllum*

und *Caesalpinia* vermehrt. In Salzhausen kommen diese Tropenformen reichlicher vermengt mit Arten vor, welche der wärmeren gemässigten Zone entsprechen.

Die in der höheren Stufe (messinischen) des Mainzer Beckens vorkommenden miocänen Pflanzen finden sich hauptsächlich in den Thonen und Letten bei Laubenheim und Bodenheim. Es sind Blätter, Früchte und Hölzer. Unter den häufigeren sind zu nennen: *Liquidambar europaeum* **Braun,** *Laurophyllum crassifolium* **Göpp.,** *Daphnogene angulata* **Göpp.,** *Echitonium Sophiae* **Web.,** *Quercus furcinervis* **Ung.,** *Q. undulans* **Göpp.,** *Q. cuspidata* **Ung.,** *Fagus castaneaefolia* **Ung.**

II. *Thiere.*

Unter den thierischen Resten können als häufige und bezeichnende folgende gelten.

1) Foraminiferen.

Textilaria attenuata **Reuss.** *Triloculina enoplostoma* und *T. circularis* **R.** *Rotalia Girardana* und *R. Ungeriana* **R.** *Quinqueloculina consobrina* **R.** Sämmtlich im Septarienthon.

2) Pelecypoden.

Ostrea callifera **Lam.**, *Ostrea cyathula* **Lam.** — Im Meeressand; auch noch in der Chenopus-Schicht.

Pectunculus angusticostatus **Lam.**, *Pectunculus obovatus* **Lam.** — Sehr häufig im Meeressand, der desshalb auch Pectunculus-Sand heisst.

Pecten pictus **Goldf.** Im Meeressand.

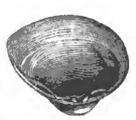
Perna Sandbergeri **Desh.** In verschiedenen Zonen: Meeressand, Chenopus-Schicht; grosse Individuen im Cyrenen-Mergel, Cerithienkalk.

Leda Deshayesiana **Duch.** Im Septarienthon.

Cyrena semistriata **Desh.** Leitmuschel in dem Cyrenen-Mergel.



Pectunculus obovatus.



Cyrena semistriata.



Cerithium margaritaceum.

Cytherea subarata **Sandb.** In der Chenopus-Schicht, im Cyrenen-Mergel.

Tichogonia Brardi **Brong.** *(Congeria.)* Im Litorinellenkalk.

Corbicula Faujasii **Desh.** Leitmuschel in den Corbicula-Schichten.

5) Gastropoden.

Natica crassatina **Desh.**
Trochus rhenanus **Mer.** } Im Meeressand.

Cerithium plicatum **Brug.** Im Meeressand: dann *(var. papillatum)* eine besondere Schicht characterisirend; als *var. pustulatum* im Cerithienkalk.

Cerithium Lamarcki **Desh.** Chenopus-Schicht.

Cerithium margaritaceum **Brong.** Cyrenen-Mergel und Cerithienkalk. (Fig. s. vorst. S.)

Dentalium Kickxii **Nyst.** Meeressand.

Litorinella acuta **Drap.** Ganze Schichten erfüllend in den Litorinellen-Kalken; auch im Cyrenen-Mergel.

Buccinum cassidaria **Bronn.**
Murex conspicuus **Braun.** } Häufig im Cyrenen-Mergel.

Chenopus tridactylus **Braun.** In der Chenopus-Schicht.

Helix osculum **Thom.**
Helix deflexa **Braun.** } Landschneckenkalk.

Helix Moguntina **Desh.** Im Litorinellen-Kalk.


Litorinella acuta.


Helix Moguntina.

Planorbis solidus.


Lamna cuspidata.

Pupa quadricarinata **Braun.**
Cyclostoma bisulcata **Ziet.** } Landschnecken-Kalk.

Planorbis solidus **Thom.** Im Landschnecken- und Litorinellen-Kalk.

Planorbis declivis **Braun.** Litorinellen-Kalk.

4) Fische.

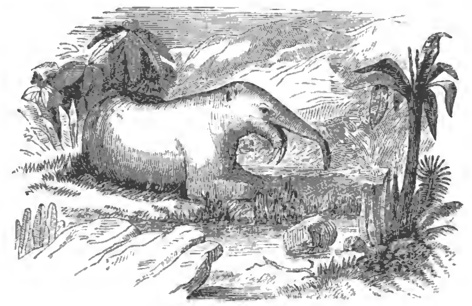
Lamna cuspidata **Ag.**
Carcharias megalodon **Ag.** } Zähne im Meeressand und Septarien-Thon.

6) Säugethiere

Halianassa Collinii **v. Mey.** Namentlich Wirbel- und Rippen-Fragmente, die verkieselt und sehr zerbrechlich. Bei Flonheim im Meeressand. War ein Pflanzen fressender See-Bewohner.

Dinotherium giganteum **Kaup.** (Fig. s. folg. S.) Das Riesenthier, welches eine Grösse von 20 F. erreichte, der Schädel allein mass etwa $3^1/_2$ F. Merkwürdig sind die nach unten hakenförmig gekrümmten Stosszähne, deren Subtanz nicht die Structur des Elfenbeins, sondern nur concentrische Faserung zeigt. Sie dienten wohl besonders zum Ausgraben von Wasserpflanzen. Im Knochensand.

Mastodon angustidens **Cuv.**
Hippotherium gracile **Kaup.** Im Knochensand, besonders Zähne.



Dinotherium giganteum.

Schichten-Folge im Mainzer Becken, nach **Fr. Sandberger.** *)

III. Pliocäne Ablagerungen.
e) Astische Stufe.

10. Braunkohlen-Thon, aus der Zersetzung von Basalt hervorgegangen.

II. Miocäne Ablagerungen.
d) Messinische Stufe.

9. Knochensand. Knochen führendes Gerölle und Sand mit *Dinotherium giganteum, Hippotherium gracile,* die grösseren Knochen meist vereinzelt, in Gerölle-Lagen, nicht beisammen. Eppelsheim, Guntersblum, Oppenheim,

8. Blätterthon von Laubenheim mit *Quercus furcinervis* **Ung.** Bei Bodenheim glimmeriger Sandstein.
c) Langhische Stufe.

7. Litorinellen-Kalk. Gelber oder grauer, oft plattenförmiger Kalkstein, mit *Litorinella acuta,* welche ganze Schichten erfüllt, begleitet von *Tichogonia Brardi, Helix Mattiaca, Clausilia bulimiformis.* Der Litorinellen-Kalk bildet eine der verbreitetsten und mächtigsten Etagen des Mainzer Beckens: Umgebungen von Mainz, Oppenheim, Offenbach, Friedberg.

6. Corbicula-Schichten. Kalke und Mergel, auch sandige Thonsteine mit *Corbicula Faujasii, Cerithium plicatum, C. margaritaceum.* Bei Weissenau, Oppenheim, Nierstein, Laubenheim, Frankfurt, Hanau.

I. Oligocäne Ablagerungen.
b) Aquitanische Stufe.

5. Landschneckenkalk und Cerithienkalk. Der dolomitische Landschneckenkalk, wohl gleichzeitige Bildung mit dem Cerithienkalk, ist reich an *Cyclostoma bisulcatum, Helix osculum, H. deflexa, Melania Escheri* und findet sich nur bei Hochheim und Ilbesheim in der Pfalz. Der Cerithienkalk tritt in grosser Verbreitung auf: Oppenheim, Nierstein, in Rheinhessen, Rheinbayern. Unter den

*) Die Conchylien des Mainzer Tertiär-Beckens. Wiesbaden. 1863.

Cerithien besonders *Cerithium submargaritaceum*, *C. Rahtii*, *C. plicatum*, var. *pustulatum*. — In einigen Gebieten erscheint statt des Kalkes Quarzsand, so bei Hanau, mit den nämlichen Leitfossilien.

4. Blättersandstein. Sand und Sandstein mit Blätter-Abdrücken. Münzenberg, Rockenberg, Seckbach. Gelber oder röthlicher Sandstein, bald fein- bald grobkörnig, auf Klüften und in Drusen Baryt-Krystalle, die oft mit Quarzsand überrindet.

3. Cyrenen-Mergel. Blauer oder grünlicher Letten- oder Plattenkalk, nach oben öfter sandig, mit Braunkohlen-Lagern: Ingelheim, Hochheim, Salzhausen (hier reich an Pflanzen-Abdrücken); ferner mit Sphärosiderit-Lagern, auch mit Kalknieren.
(Nach **Weinkauff** sind als selbständige Zonen hier noch einzuschalten):
Schicht mit *Cerithium plicatum*, var. *papillatum*; Muschelsand und Schicht aus Conchylien und deren Fragmenten, fast ohne Sand. Weinheim, Hackenheim.
Chenopus-Schicht. Zu oberst aus Schalen-Trümmern von *Pectunculus crassus*, *Cytherea subarata* bestehende Schicht; dann gelber Sand mit *Chenopus tridactylus* und grauer Mergel mit *Perna Sandbergeri*.)
a) Tongrische Stufe.

2. Septarien-Thon, blauer oder grauer Letten, mit Septarien, Nieren von Thoneisenstein, auch Krystall-Gruppen von Gyps. Viele Foraminiferen, *Leda Deshayesiana*, Zähne von *Lamna*. — „Die Meeressande mit ihrer reichen Fauna — bemerkt **Weinkauff** — kann man als die Absätze an den Uferrändern und die Thone als Tiefwasser-Absätze betrachten, bei denen die den Sanden nahe gelegenen Stellen reicher an Thieresten sind, als die mehr ferngerückten."

1. Meeressand. Conglomerat, Quarz- oder Kalksandstein. Zuweilen tritt Baryt als Bindemittel der Sandsteine auf, auch als Versteinerungsmittel (Kreuznach). Diese hauptsächlich im westlichen Theil des Mainzer Beckens verbreitete Ablagerung ist durch den grossen Reichthum an organischen Resten ausgezeichnet; **Weinkauff** führt 213 Species von Conchylien an. Als besonders bezeichnend müssen gelten *Ostrea callifera*, *Natica crassatina*, *Pectunculus*, *Lamna* und *Halianassa*.
Als ein Aequivalent des Meeressandes dürften vielleicht die versteinerungsleeren „Battenberger Schichten" **Gümbel's** zu betrachten sein. Lockerer Sandstein, gelber Sand und Thon, die hoch über dem Niveau, welches die benachbarten oligocänen Gebilde einnehmen am Battenberg und bei Neuleiningen unfern Grünstadt auftreten. Der Sand enthält eigenthümliche Sinterröhren von Sandeisenstein, der Thon sog. Adlersteine, d. h. hohle Concretionen von Brauneisenstein, so wie knollige Concretionen von Faserbaryt und Knollen die mit Baryt-Krystallen ausgekleidet.

Von besonderem Interesse sind die allgemeinen Folgerungen **Sandberger's** am Schlusse seines Werkes. Zur Zeit als Norddeutschland von Leipzig bis Königsberg vom Meere der unteroligocänen Periode bedeckt wurde, war das Gebiet des Mainzer Beckens noch Festland, mit einzelnen Süsswasser-Seen. Später, zur mitteloligocänen Zeit wurde das Mainzer Becken, mit Ausnahme der Wetterauer Bucht, von einem Meere

mit einer reichen Conchylien-Fauna überschwemmt. Nach Ablagerung des Meeressandes wurde wohl die Verbindung mit Oberbaden wieder aufgehoben, der abgeschnittene südliche Theil des Beckens mit Brackwasser erfüllt, da dort auf jene Fauna Schichten mit Blättern und Cyrena folgen, während im nördlichen Theile der Damm, der bei Cassel das norddeutsche oligocäne Meer von dem Mainzer trennte, durchbrochen, die Wetterau überfluthet wurde. Hebungen im südlichen Theile hoben dann die Verbindung mit dem norddeutschen Meere wieder auf; es schlugen sich noch oligocäne, aber brackische Schichten — die Cyrenen-Mergel nieder. An den Rändern bildeten sich grosse Braunkohlen-Lager. Der folgende Zeitraum weist eine brackische Schichten-Reihe nach: Cerithienkalk in der Mitte des Hauptbeckens, Süsswasserkalk am nordwestlichen Ende. Der Grundcharacter der Fauna ist ein verschiedener geworden. Von neuem erscheint das übrig gebliebene Gebiet mit einer brackischen Bildung überdeckt; Corbicula-Arten erscheinen massenhaft um dann zu erlöschen; mit ihnen die Cerithien. Stärkere Aussüssung, ruhiges abgeschlossenes Wasser, reichliches Auftreten miocäner Säugethiere und Fische bezeichnen das nächste Stadium des Beckens. Endlich findet eine völlige Aussüssung, Vereinzelung der Absätze statt; eine fast ganz neue Fauna erscheint: Dinotherium und Mastodon.

Molasse-Formation in der Schweiz.

Verbreitung. Die Molasse setzt in Verbindung mit der Nagelfluh zwischen Alpen und Jura den Boden des schweizerischen Mittellandes bis zu grossen Tiefen zusammen, steigt aber auch zu bedeutenden Höhen: am Speer 6020 F., Rigi 5540 F. an. Es nimmt die Molasse das ganze Flachland der Schweiz ein, nach **Heer** etwa 152 geographische Meilen oder etwa ein Fünftel vom Areal der Schweiz.*)

Gesteine. Die vorwaltenden Gesteine sind: Sandsteine, Conglomerate und Kalksteine.

Sandsteine. Ursprünglich heisst in der Schweiz jeder weiche Sandstein Molasse, welcher Name auf die Formation übertragen wurde. Der gewöhnliche Sandstein ist feinkörnig, grünlichgrau und besteht vorwaltend aus eckigen Quarz-Körnchen, denen sich weisse Feldspath-Theilchen, Körnchen von Glaukonit, feine Schüppchen von Muscovit beigesellen. Das Bindemittel ist ein stark mit Säure aufbrausender Mergel. Die Festigkeit des Sandsteins ist — nach **Studer** — gegen die Alpen zu bedeutend, gegen Jura geringer, wo er oft zu Sand zerfällt: sog. Knauermolasse, welche Knauer harten Kieselkalkes enthält. Muschelsandstein, feinkörnig, fest von grünlichgrauer Farbe, zahlreiche Schalen von Gastropoden und Pele-

*) Von der Schweiz aus erstreckt sich die Molasse-Formation noch in das Badische, Württembergische, Bayrische. Oeningen, obwohl bekanntlich auf badischem Gebiet, wurde in das der Schweizer-Molasse gezogen.

cypoden umschliessend, mit kalkigem Cäment. Eine namentlich gegen den Jura entwickelte Srand-Bildung.

Conglomerate, unter dem Namen „Nagelfluh" bekannt. (Derselbe stammt aus der Schweiz; weil an den gewaltigen Gesteins-Wänden der Conglomerate die einzelnen Fragmente wie Köpfe von Nägeln hervorragen; Fluh heisst so viel als Wand.) Die Gerölle der Nagelfluh sind meist von Nuss- bis Apfel-Grösse und durch ein sandiges Cäment verkittet. Man unterscheidet: Bunte oder polygene Nagelfluh, deren Gerölle vorwaltend aus Graniten verschiedener Art, aus Porphyr, Gneiss, Amphibolit, Gabbro, Serpentin, Quarz; es sind — die letztgenannten ausgenommen — Gesteine die anstehend in den Alpen nicht bekannt. Die bunte Nagelfluh ist besonders in Emmenthal, in der Gegend von Thun entwickelt. Kalknagelfluh, welche nach der Herkunft ihrer Gerölle als alpine und jurassische unterschieden wird. Die alpine Kalknagelfluh enthält fest cämentirte Gerölle von grauem Alpenkalk, Flyschsandstein, auch Hornstein und Quarz. In der Westschweiz, am Rigi. Die jurassische Kalknagelfluh besteht aus einem gelben oder rothen, sandig-kalkigen Cäment, welches Gerölle der verschiedensten Jurakalke umschliesst, denen sich solche von Hornstein oder Quarz, auch einzelne Bohnerz-Körnern beigesellen. Besonders im Jura von Basel, Bern, Solothurn. Gerölle mit Eindrücken sind nicht selten; sie rühren davon her, dass angrenzende Gerölle sich fest an einander gepresst, Eindrücke hervorgerufen haben. Gewöhnlich zeigen Kalkstein-Gerölle die Eindrücke und besonders in der jurassischen Nagelfluh. Viel seltener kommen Granit- oder Quarz-Gerölle mit Eindrücken vor.

Kalksteine. Es lassen sich zwei, petrographisch und paläontologisch verschiedene Abänderungen unterscheiden: 1) Grobkalk. (Meereskalk.) Hellfarbiger, sandiger Kalkstein, häufig Steinkerne oder Trümmer von Meeres-Muscheln enthaltend. In den nördlichen Thälern des Jura, in den Cantonen Basel, Bern, Solothurn. 2) Süsswasserkalk, bald thonig, Mergelkalk, bald bituminös, Stinkkalk; oft mit gut erhaltenen Land- oder Süsswasser-Conchylien. Hauptsächlich im Gebiet des Jura: Locle; bei Delemont. Sehr ausgezeichnet bei Oeningen in Baden.

Als Einlagerungen in der Molasse kommen vor: Kalkmergel in vereinzelten Lagen. Rothe Mergel, besonders in der Nähe der Alpen. Gyps, meist nur Adern bildend: Boudry u. a. O. Braunkohle: am Züricher See, bei Käpfnach, Elg bei Winterthur, Belmont, im Canton Waadt.

Von den Versteinerungen.

Sowohl Flora als Fauna ist eine ungemein reichhaltige. Es sind Landpflanzen. Gefässkryptogamen (zumal Farnkräuter) und Gymnospermen, die immer noch vertreten, während nun die Monocotyledonen und besonders die Dicotyledonen zur vollen Entwickelung gelangen. — Unter den thierischen Resten sind die Pflanzenthiere durch einige Mooskorallen und Echiniden repräsensirt, unter den Mollusken die Brachiopoden wieder durch Terebratula, die zahlreichen Pelecypoden besonders durch die Gattungen Ostrea, Pecten, Pectunculus, Arca, Lucina, Cardium, die Gastropoden durch Turritella, Calyptraea, Trochus, Natica, Cerithium, Conus, Buccinum u. a. nebst zahlreichen Süsswasser-Schnecken, wie Helix,

Melania, Planorbis. Ausserdem, als lokale Vorkommnisse, Crustaceen, Insecten, Fische, Batrachier, besonders aber Säugethiere.

I. *Pflanzen.*

Die Molasse ist durch den grossen Reichthum an Pflanzen ausgezeichnet. Man kennt in der Schweiz etwa 80 Fundorte, unter denen nach **Heer** bei Monod 193, bei Lausanne 96, Locle 140, am Hohen Rhonen 142, bei Oeningen sogar 465 Pflanzen-Arten aufgefunden.

Immergrüne Bäume und Sträucher bilden nach **Heer** etwa Zweidrittheile der Flora; sie nehmen aber in der oberen Molasse ab, indem sie in der aquitanischen Stufe Dreiviertheile, in der messinischen nur die Hälfte ausmachen. Palmen sind in der messinischen Stufe seltener geworden, während sie in der unteren Süsswasser-Molasse häufig. Grosse Bedeutung erlangen in der oberen Molasse die Pappel- und Ahorn-Arten.

Als die am meisten verbreiteten Pflanzen dürften folgende gelten.

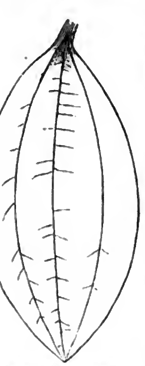
Algen. *Chara Meriani* und *Chara Escheri* **A. Braun.** Die Früchte zu Tausenden die Schichten erfüllend.

Farnkräuter. *Lastraea stiriaca* **Ung.** Wohl der verbreitetste Farn im Mitteltertiär.

Cypressenartige Nadelhölzer. *Glyptostrobus europaeus* **Br.** Durch das ganze Molasseland verbreitet. *Taxodium dubium* **Sternb.** (Die Sumpfcypresse.) Tannenartige Nadelhölzer. *Sequoia Langsdorfi* **Br.** Untere Molasse.

Monocotyledonen. Gräser. *Arundo Goepperti* **Münst.** und *Phragmites oeningensis* **A. Braun.** — *Typha latissima* **A. Braun.** Oeningen, hohe Rhonen. Palmen. *Sabal major* **Ung.** Die wichtigste Palme der miocänen Flora.

Dicotyledonen. Amberbäume. *Liquidambar europaeum* **A. Braun** von grosser Verbreitung: desgleichen die Platane *Platanus aceroides* **Goepp.** ausgezeichnet zu Schrotzburg, wo einst wohl ein Platanenwald. — *Populus mutabilis* **Heer** eine der häufigsten Pflanzen zu Oeningen. Ulmaceen. *Planera Ungeri* **Ett.** durch alle Stufen der Molasse. — Laurineen. *Cinnamomum polymorphum* **A. Braun,** der „tertiäre Kampferbaum", in der Schweiz an 54 Stellen gefunden und *C. Scheuchzeri* **Heer,** der „Scheuchzerische Zimmtbaum", an 40 Orten in der Schweiz nachgewiesen, wahre Leitpflanzen der miocänen Periode. — Lorbeer. *Laurus princeps* **Heer**. Oeningen, Locle, Schrotzburg. — *Diospyros brachysepala* **A. Braun.** (Ebenholzbaum) von grosser Verbreitung. — *Porana oeningensis* **A. Braun.** (Zu den Winden gehörig.) Bei Oeningen häufig. — *Acer trilobatum* **Sternb.,** der dreilappige Ahorn, einer der Hauptwaldbäume des ganzen Tertiärlandes, durch alle Stufen der Molasse verbreitet. — *Sapindus falcifolius* **A. Braun,** Seifenbaum, in der ganzen Molasse. — *Iuglans acuminata* **A. Braun,** der spitzblätterige Nussbaum, in allen Stufen der Molasse. — Schmetterlingsblüthler. *Cassia lignitum* und *C. phaseolites* **Ung.** durch die ganze Molasse. — *Podogonium Knorrii* **Heer** bezeichnend für die Oeninger-Schichten.



Cinnamomum polymorphum.

II. *Thiere.*

1) Echiniden.

Scutella Helvetica **May.** Der häufigste Echinide der Meeres-Molasse. (Helvetian.)

2) Brachiopoden.

Terebratula grandis **Blumenb.** Helvetian.

3) Pelecypoden.

Ostrea callifera und *O. cyathula* **Lam.** Sehr häufig in der untersten (tongr.) Meeres-Molasse.

Lucina Heberti **Desh.**, *L. undulata* **Lam.**
Pectunculus angusticostatus und *P. obovatus* **Lam.**
Cytherea laevigata **Lam.**, *L. incrassata* **Sow.**
} Untere tongrische Meeres-Molasse.

In der oberen Meeres-Molasse (Helvetian) sind häufig:
Ostrea crassissima **Lam.** *O. Gingensis* **Schl.**
Pecten Herrmannseni **Dunk.** *P. benedictus* **Lam.** *P. palmatus* **Lam.**
Arca Turonica **Duj.** und *A. Breislacki* **Bast.** Im unteren und mittlen Helvetian.
Cardium commune **May.** *C. lapicidinum* **May.**
Venus Brocchii **Desh.**
Tapes Helvetica **May.** und *T. vetula* **Bast.**
Mactra Helvetica **May.** *M. triangula* **Ren.**
Corbula gibba **Oliv.**
Solen vagina **Lin.**

4) Gastropoden.

Natica crassatina **Lam.**, *N. Nysti* **d'Orb.**
Cerithium Lamarcki **Br.**, *C. plicatum* **Lam.**
} Untere, tongr. Meeres-Molasse.

Im Helvetian:
Calyptraea Chinensis **Lin.**
Turritella turris **Bast.**
Melanopsis citharella **Mer.** Unterste Schichten
Litorinella acuta **Drap.** Oberste Schichten.
Trochus patulus **Brocch.** *C. Josephinae* **Riss.**
Natica helicina **Brocch.**
Buccinum costulatum **Ren.**
Cerithium pictum **Defr.**
Conus canaliculatus **Brocch.**

In der Süsswasser-Molasse und den Kalken.
Helix Ramondi **Br.**
Melania Escheri **Brongn.**
Limneus pachygaster **Thom.**

5) Crustaceen.

Cypris faba **Desm.** Oeningen, Locle.

6) Fische.

Lamna cuspidata **Ag.**
Oxyrhina hastalis **Ag.** } Zähne in der Meeres-Molasse.
Carcharodon polygurus **Ag.**
Leuciscus oeningensis **Ag.** Der häufigste Fisch zu Oeningen.

7) Säugethiere.

Halianassa Studeri **v. May.** Meeres-Molasse.
Mastodon angustidens **Cuv.**
Dinotherium giganteum **Kaup.** } Besonders in den Süsswasser-Molassen.
Rhinoceros incisivus **Cuv.**
Anthracotherium magnum **Cuv.**

Wie durch den Reichthum an Pflanzen so ist Oeningen durch Menge und Mannigfaltigkeit thierischer Reste ausgezeichnet. Beachtung verdient das Vorkommen der Spinnen, Insecten weit über 800, besonders Käfer; von höheren Thieren der Riesensalamander, *Andrias Scheuchzeri* **Holl.** und sein Gegenstück der Riesenfrosch, *Latonia Seyfriedii* **v. May.**

Gliederung der Molasse-Formation.

VI. Messinische Stufe.
3. Sand- und Geröll-Ablagerungen mit *Dinotherium giganteum* bei Delemont.
2. Oberste Süsswasser-Molasse von Locle, Delemont und Süsswasserkalke im Norden der Schweiz; bei Oeningen.
1. Obere glimmerige Süsswasser-Molasse und Sand im nördlichen Aargau, Zürich, Berlingen, Wangen.

V. Tortonische Stufe.
Rothe Mergel und obere jurassische Nagelfluh in den Cant. Neuchatel, Bern, Solothurn, Basel, Aargau, Schaffhausen; obere Nagelfluh von Stäfa (Zürich), Hörnli-Kette, St. Gallen.

IV. Helvetische Stufe.
3. (St. Galler Schichten): Gelbe, blaue Mergel mit Turritellen, von Bern, Luzern, St. Gallen.
2. Gelblicher Molasse- und Muschelsandstein im Jura, in den Cant. Freiburg, Bern, Luzern, Aargau.
1. Meereskalk, Plateau von Baselland, des Aargau, am Randen.

III. Langhische Stufe.
Untere graue Süsswasser-Molasse und mittle Nagelfluh von Lausanne, Bern, Luzern, Zug, Hohe Rhonen, Appenzell.

II. Aquitanische Stufe.
Kalke und Mergel von Delemont.
Unterste subalpine Süsswasser-Molasse.
Rothe Mergel von Wäggis, Rossberg, Appenzell.

I. Tongrische Stufe.
Mergel und Meereskalk von Basel, Pruntrut, Delsberg.

Die Lagerungs-Verhältnisse der Molasse-Formation sind sehr eigenthümliche. In grösserer Entfernung von den Alpen liegen die Schichten horizontal; aber in der Nähe der Alpen dachförmig aufgerichtet, bilden sie einen gewaltigen Sattel, indem die Schichten am Fusse der Kalkalpen unter die Massen derselben einfallen. Es sind dies die Folgen der letzten Hebung der Alpen, welche eine Aufrichtung der Molasse und eine vollständige Ueberschiebung der Kalkalpen über jene bedingten.

Tertiär-Formation im Klettgau in Baden.

Der südlich vom Randen, zwischen Rhein und Wutach gelegene Landstrich, das Klettgau in Baden, grenzt an den nördlichen Rand der schweizerischen Molasse-Formation. Es sind Küsten- und Deltabildungen, welche hier auftreten und auf verhältnissmässig kleinem Raum interessante Verhältnisse bieten. *)

Gesteine.

Es sind Ablagerungen von Sand, Mergel und Geröllen, Conglomerate (Nagelfluh) und Kalksteine, welche das Gebiet zusammensetzen.

Gliederung.

Die Schichten-Reihe ist nach **Würtenberger** in absteigender Ordnung folgende.

5. Juranagelfluh. (Miocän.)
Besteht aus einer Gerölle führenden, etwa 500 F. mächtigen Mergel-Bildung und einem 50 F. mächtigen Conglomerat. Die in den Mergeln liegenden Gerölle so wie die durch Sandmergel verkitteten Geschiebe der Nagelfluh bestehen aus, häufig Petrefacten enthaltendem Hauptrogenstein und Korallenkalk der Westschweiz und aus Muschelkalk. Diese Stufe ist durch Armuth an organischen Resten characterisirt; nur in den Mergeln finden sich, wie am Kaltwangen, undeutliche Pflanzen-Reste, Dicotyledonen, zumal verschiedene Arten von Pappeln, unter denen *Populus mutabilis* **Heer** am häufigsten. — Die Juranagelfluhe (d. h. die Mergel und Conglomerate) beherrschen die Höhen des Klettgaues und treten bei Reutehöfe in 2306 F. Meereshöhe auf.

4. Meleniensand. (Oligocän.)
Gelblichgrauer, glimmeriger Quarzsand, theilweise zu lockerem, plattigen Sandstein cämentirt. In den unteren Lagen kleine Gerölle. Mächtigkeit zwischen 40 bis 70 Fuss.
Organische Reste. Pflanzen finden sich bei Dettighofen in den unteren Schichten, aber nur in, dem Sande eingebetteten plattigen Sandstein-Knauern. Am häufigsten sind: *Cinnamomum polymorphum* **Braun**, *C. Scheuchzeri* **Heer**, *C. lanceolatum* **Ung.**, *Dryandroides banksiaefolia* **Ung.** — Unter den thierischen Resten sind die Pelecypoden durch zahlreiche Schalen-Fragmente von Austern vertreten, namentlich aber die Gastropoden durch: *Melania Escheri* **Brongn.**, *Nerita grateloupana* **Fér.**, *Limneus pachygaster* **Thom.**, *Planorbis solidus* **Thom.**,

*) Die Tertiär-Formation im Klettgau. Von **Fr. J. Würtenberger.** Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. XXII. 3.

Helix inflexa **Mart.** und *H. moguntina* **Desh.** — Der Melaniensand findet sich am nördlichen und südlichen Gebirgsabhange im Klettgau, oft den Steilrand einer schwach geneigten Bergterrasse bildend.

3. Turritellenkalk. (Oligocän.)
   Hellgelbe bis ockergelbe Breccie, aus Schalen und Steinkernen von Mollusken, aus Körnern und kleinen Geröllen von Quarz bestehend, durch Kalk verkittet. Tritt in beschränkter Verbreitung besonders am südlichen Gehänge des Küssaberges auf, am Lerchenhof.
   Organische Reste nicht selten; von Pelecypoden zumal *Ostrea molassicola* **May.** und *Cardium abundantissimum* **May.**, von Gastropoden besonders *Turritella turris* **Bast.** Ausserdem ist noch der Kruster *Balanus Holgeri* **Gein.** recht häufig.

2. Austern-Nagelfluh.
   Gerölle-Ablagerungen, durch Sand oder Sandstein nur lose verkittet. Unter den Geröllen walten der Zahl nach krystallinische Gesteine, zumal Granite und Gneisse vor, bis zu 1/2 F. Durchmesser erreichend, während die Gerölle der sedimentären Gesteine bis zu 2 1/2 F. stark; es sind vorwaltend Jurakalke. — Eindrücke in den Rollsteinen, wie solche in der Schweizer Nagelfluh bekannt, sind nicht selten, aber auffallend, da die Verkittung eine so lose. — Die Nagelfluh tritt nur wenig zu Tage, da sie meist von jüngeren Bildungen (Melaniensand) bedeckt; nur ihre Steilränder sind der Beobachtung zugänglich.
   Organische Reste. Zwischen den Geröllen zerstreut liegen Schalen von Austern, unter denen die von *Ostrea undata* **Lam.** am häufigsten.

1. Untere Molasse. (Oligocän.)
   Grünlichgraue, weiche Sandsteine, mit feinen Muscovit-Schuppen durch Mergel cämentirt; mit Knauern und Nestern von Sandstein, in den oberen Schichten mit Einlagerungen von Mergel. In ansehnlicher Verbreitung und Mächtigkeit (bei Eglisau 1200 F.) auftretend, meist über Jurakalk.
   Organische Reste. In dem grauen Sandstein bei Baltersweil finden sich viele, wohl erhaltene Pflanzen: **Würtenberger** führt 76 Species an, mit 66 Dicotyledonen. Die häufigsten sind: *Quercus Haidingeri* **Ett.**, *Dryandroides hakeaefolia* **Ung.**, *Carya Heeri* **Ett.**
   Ueber die Bildungsweise der verschiedenen Stufen der Klettgauer Tertiär-Bildungen theilt **Würtenberger** interessante Bemerkungen mit. Wahrscheinlich kam durch Boden-Senkung zur Zeit der Entstehung der unteren Süsswasser-Molasse der südliche Theil des Klettgaues in das Strömungs-Gebiet von Flüssen nnd Bächen die hier Sand und Schlamm absetzen. Die Flora von Baltersweil trägt den Character eines subtropischen feuchten Tieflandes. Die Austern-Nagelfluh verdankt ihre Entstehung einer starken, von Westen nach Osten gerichteten Meeres-Strömung, die im Schweizer Jura Felsen zerstört, fortgeführt, im Klettgau wieder abesetzt hat. Dass diese Strömung zeitweise eine heftige, bezeugt die gute Abrundung mancher Rollsteine; dass aber sie auch weniger stark oder dass sogar Perioden der Ruhe eintraten, beweist der Wechsel von feinerem Gerölle und Sandschichten, so wie die Häufigkeit der Anbohrungen der Gerölle durch Bohrmuscheln. Der Turritellen-Kalk ist wahrscheinlich nur als eine eigenthümliche Facies der Austern-Nagelfluh zu betrachten. Der Melaniensand ist ein meerischer Niederschlag, mit

brackischem Anflug; die bei Dettighofen auftretenden Pflanzen führenden Schichten sind als von einem tertiären Ffuss angeschwemmt zu betrachten. Austern-Nagelfluh, Turritellenkalk und Melaniensand sind in einem Zeitraume entstandene, zusammengehörige Bildungen. Das Material der Jura-Nagelfluh stammt auch aus der Westschweiz durch eine von W. nach O. gerichtete Strömung, hat aber seinen marinen Character verloren, wie das Fehlen von Meeres-Muscheln, das Vorkommen dicotyledoner Pflanzen zeigt.

Tertiär-Formationen im nördlichen Deutschland.

Durch einen grossen Theil des nördlichen Deutschland sind tertiäre Bildungen verbreitet und zwar vorzugsweise oligocäne. Es sind: 1. Braunkohlen führende Süsswasser-Ablagerungen, welche besonders in Buchten erscheinen: in Thüringen, in der preussischen Provinz Sachsen, in Sachsen, Schlesien, Brandenburg, Pommern. 2. Marine Ablagerungen von ungleich grösserer Verbreitung, treten zumal im ganzen nördlichen Tiefland auf.

1) Braunkohlen-Bildungen*).

In den Umgebungen von Halle.

Die herrschenden Gesteine sind Thone- und Sand-Ablagerungen nebst Flötzen von Braunkohle.

Thon, fein und fettig, im feuchten Zustande grau, im trocknen weiss, zuweilen sandig, in der Nähe der Flötze kohlig. Enthält feine Schuppen von Muscovit und kleine linsenförmige Zwillings-Krystalle von Gyps. Durchschnittliche Mächtigkeit 10,5 Meter. Ist in vielen Gruben aufgeschlossen und auch unter dem Namen Kapselthon bekannt, wegen seiner Verwendungen zu feuerfesten Kapseln für die Porzellan-Fabriken. — Quarzsand, auch wegen seiner Verwendung Stubensand genannt, besteht aus farblosen, scharfen Körnern von Quarz, ist daher rein weiss, nur in der Nähe der Flötze durch Braunkohlen-Theilchen dunkler. Kleine Schuppen von Muscovit sind um so häufiger, je feiner der Sand. — Als untergeordnete Bildung zwischen Thon und Sand, bald in den thonigen Schichten, bald in den sandigen, erscheint quarziger Sandstein, der wegen seiner Gestalt auch unter dem Namen Knollenstein bekannt. Er bildet keine eigentlichen Lager vielmehr nur bis 2 Finger dicke Platten oder Pfund- bis viele Centner schwere Knollen, die sich in einer Ebene mehr oder weniger dicht an einanderlegen und — wie **Laspeyres** bemerkt — gleichsam ein Pflaster in den sandigen und thonigen Schichten bilden, die sogenannte Knollenstein-Zone.

Von den Versteinerungen.

Es sind nur Pflanzen-Reste, der Arten-Zahl nach gering: bituminöse oder versteinerte Hölzer, die gewöhnlich mit der Kohle

*) Ueber Braunkohlen führende Tertiär-Bildungen finden sich ausführliche Angaben in dem reichhaltigen, gründlichen Werke: Die Physiographie der Braunkohle von **C. F. Zincken.** 1867.

in Verbindung, manchmal so häufig, wie bei Nietleben, dass ihr Antheil an der Bildung der Flötze nicht zu verkennen. Sie gehören Cypressen-artigen Bäumen an.

Bei Nietleben unfern Halle kommen unter anderen vor: *Taxites Aykii* **Göpp.**, *Cupressinoxylon Hartigii* **Göpp.**, *Taxodioxylon Göpperti* **Hart.**, *Amyloxylon Huttonii* **Hart.**

Gliederung.

Obere Flötzgruppe. (Meist nur ein Flötz, von 1,5 bis 3 M., aber auch 5 M. Mächtigkeit.) Besteht aus sogenannter Formkohle, d. h. Kohlentheilchen, die zusammengebacken, mit Knorpel- oder Stückkohle untermengt.

Quarzsand, mit thonigen Letten-Lagen.

Untere Flötzgruppe. Ein bis sechs Flötze, mit Zwischenmitteln von Quarzsand.

Knollenstein-Zone.

Kapselthon.

Die tertiären Ablagerungen der Umgebung von Halle sind nach **Laspeyres*)**, als eine Küstenbildung zu betrachten; die Ufer bestanden aus Porphyr oder Gesteinen, die bei der Verwitterung in leichter bewegliches Kaolin (Thon) und in schwerer transportirbaren Quarz (Sand) zerfielen. So wurde im anstossenden Meere zuerst eine Thon-, dann eine Sand-Ablagerung bedingt. Die Braunkohlen-Flötze dürften aus zusammen geschwemmtem Treibholz entstanden sein. Es sprechen dafür: Die Häufigkeit der Stämme, deren meist parallele Lage mit den Kohlenschichten, der fast gänzliche Mangel von Blättern, Nadeln und anderen zarteren Pflanzen-Theilen.

In der Mark Brandenburg.

Die Braunkohlen führenden Schichten sind einer marinen tertiären Sandbildung eingelagert, die frei von feldspathigen Beimengungen.

Die herrschenden Gesteine sind Sand und Letten, nebst Braunkohle.

Sand, aus runden, farblosen Quarzkörnern von Mohnkorn-Grösse bestehend; enthält feine Kohlentheilchen, die eine graue Farbe bedingen daher auch Kohlensand genannt. Glimmer kommt nach **Zincken** nicht vor. Manchmal werden die Sande thonig, es entstehen die sandigen Thone, die sich von den Letten durch das gröbere Quarz-Korn unterscheiden. Letten, mehr oder weniger sandig und mit Kohlentheilchen

Gliederung.

Im mittlern Theile der Mark Brandenburg besitzen die Kohle führenden Ablagerungen folgende:

6) Vier Braunkohlen-Flötze, durch Zwischenmittel von thonigen Sandschichten getrennt, welche letztere nach unten an Feinheit zunehmen. Die beiden oberen Flötze, sogenannte hangende Flötzparthie, meist schwächer. Die Kohlen sind gewöhnlich erdig, schliessen in ihren unteren Lagen Lignit ein, sowie liegende Coni-

---

*) Geognostische Mittheilungen aus der Provinz Sachsen; in der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft 1872. Seite 265 ff.

feren-Stämme; Retinit in Körnern. Gyps ist häufig in der Kohle, in Schnüren und Nestern.

5) Schichten von sandigem und thonigem Letten.
4) Kohlensand.
3) Vier Braunkohlen-Flötze, durch Kohlensand getrennt, nach unten an Mächtigkeit abnehmend. Die Kohle ist meist Moorkohle, pechschwarz, fettglänzend, spröde, enthält nie Retinit. Diese Flötze, die sogenannte liegende Flötzparthie, führen am Ausgehenden oft Schmierkohle.
2) Kohlensand,
1) Thoniger oder sandiger Letten.

Die normalen Lagerungs-Verhältnisse zeigen sich nicht selten gestört. Dies ist z. B. in den Rauen'schen Bergen der Fall. Die Schichten werden entweder von geraden Sprungklüften durchsetzt, die Verwerfungen und Ueberschiebungen bedingten, oder es haben grosse Erosionen stattgefunden, die völlige Erosionsthäler hervorriefen, deren Breite bis auf 17 Lachter steigt.

2. Meerische Tertiär-Ablagerungen im nördlichen Deutschland.

Ohne über grosse Flächenräume zu Tage zu treten, weil sie vielfach von jüngeren Bildungen bedeckt, erscheinen meerische tertiäre Ablagerungen an vielen Orten zwischen Leipzig und Königsberg, bis an die Küsten der Ostsee und der Nordsee*).

Gesteine.

Sand von verschiedener Art, Sandstein, theils in Schichten, namentlich aber in losen Massen, Mergel und ganz besonders Thon sind die herrschenden Gesteine.

Sand, Grauer, thoniger oder grüner glaukonitischer Sand, wegen seiner Verbreitung in der Umgegend von Magdeburg auch als „Magdeburger-Sand“ bezeichnet. Nicht selten enthält der Sand auch feinen Kohlenstaub, der eine dunklere Färbung bedingt. Bezeichnend für die Umgebungen von Halle im Quarzsand ist das Vorkommen von Aluminit in Knollen, der sich stellenweise so häufig einstellt, dass man — wie **Laspeyres** bemerkt — von einem „Aluminit-Sand“ sprechen könnte; zuweilen verdrängen die Knollen fast den Sand, wie am Götscheberg bei Morl. Auch Schuppen von Muscovit finden sich manchmal in solcher Menge, dass ein förmlicher „Glimmersand“ entsteht, wie in der Mark Brandenburg. Tiefgelber Sand, die Quarz-Körnchen von Eisenoxydhydrat überzogen; enthält feine Schuppen von Muscovit, Zwischenschichten von Sandstein, besonders Knollen und Kugeln von Sandstein, wegen seiner Verbreitung bei Stettin auch Stettiner-Sand genannt. Kaolinsand, neben den Quarz-Körnchen noch Kaolin-Theilchen, sowie Glimmer-Schüppchen enthaltend; in Schleswig auf Sylt. Sandstein, meist weich, kalkig, zwischen den Sand-Ablagerungen. Eisenschüssiger Sandstein, sogenannter Limonitsandstein,

*) Vergleiche **Beyrich**, über den Zusammenhang der norddeutschen Tertiär-Bildungen. 1856. — Eine ausführliche Schilderung derselben giebt **Naumann** in seinem Lehrbuch der Geognosie. 2. Auflage. III. Band Seite 205 ff.

mit Eisenoxydhydrat als Cäment, von brauner Farbe, mit Glimmer-Schuppen und Nieren von Brauneisenerz; besonders in Schleswig. Lose findet sich feinkörniger Sandstein in flachen Geschieben oder Stücken, die durch ihren Reichthum an wohlerhaltenen Conchylien ausgezeichnet und unter dem Namen der „Sternberger-Kuchen" bekannt. Sie finden sich im westl. Theile von Mecklenburg-Schwerin, zumal bei Kladow unfern Criwitz. Kalkmergel, weich, mit einzelnen festeren Knollen und Lagen, durch Reichthum an organischen Resten ausgezeichnet, tritt kleine Hügel bildend in den Umgebungen von Osnabrück und Hildesheim auf; besonders ausgezeichnet am Doberg bei Bünde, daher auch unter dem Namen „Bünder-Mergel" bekannt. — Thon, der sogenannte Septarienthon ist nicht allein die verbreitetste sondern auch die mächtigste der tertiären Ablagerungen. Er ist von grauer Farbe, gewöhnlich sehr plastisch, oft kalkhaltig, zuweilen sandig. Krystall-Concretionen von Gyps und Eisenkies, Nieren von Thoneisenstein finden sich häufig in demselben; ferner flache oder runde Concretionen von Mergelkalk, sogenannte Septarien. (Weil solche aber keineswegs allenthalben vorkommen hat **v. Koenen** den Namen Rupelthon vorgeschlagen *). Der Septarienthon ist durch einen grossen Theil des mittleren Norddeutschland mit einer Mächtigkeit, die oft sehr unbedeutend, aber auch 150, 200, 250 Fuss erreicht, verbreitet und durch einen grossen Reichthum an organischen Resten ausgezeichnet.

Gliederung.

Die meerischen Ablagerungen im nördlichen Deutschland lassen sich in vier Abtheilungen bringen, nämlich:

4) Miocäne Schichten.

b) Eisenschüssiger Sandstein, Glimmerthon und Kaolinsand in Schleswig, auf Sylt. (Tortonische Stufe.)

a) Lose Sandsteine. Holsteiner Gestein. (Helvetische Stufe.)

3) Oberoligocäne Schichten. (Aquitanische Stufe.)

Sand und Sandstein von Sternberg, Osnabrück, Bodenwerder; oberer Sand von Cassel.

Mergel von Bünde, Wiepke bei Magdeburg; unterer Sand von Cassel.

2) Mitteloligocäne Schichten. (Tongrische Stufe.)

Septarienthon von Brandenburg, Anhalt, Mecklenburg, Hannover.

Sand von Stettin, Söllingen.

1) Unteroligocäne Schichten. (Ligurische Stufe.)

Sand von Magdeburg, Egeln, Biere, Helmstädt, Aschersleben.

Von den Versteinerungen.

Die organischen Reste in den marinen tertiären Schichten sind thierische. In grosser Menge stellen sich Foraminiferen ein, besonders im Septarienthon. Die Korallen werden vorzugsweise durch kleine Einzelkorallen vertreten; die riffbildenden fehlen. Von Strahlthieren finden sich einige Echiniden, Echinolampas; von Mollusken wenige

*) Dieser Name bezieht sich auf das Vorkommen der identischen Thon-Ablagerung an der Rupel in Belgien, von **Dumont** als „Syst. rupélien" bezeichnet.

Brachiopoden, besonders aber Pelecypoden mit Leda, Ostrea, Pecten, Arca, Cardium, ferner Gastropoden mit den Arten-reichen Gattungen: Pleurotoma, Fusus, Cancellaria, denen sich Murex, Buccinum Cerithium beigesellen. Im Allgemeinen macht sich ein Vorwalten der Gastropoden gegenüber den Pelecypoden geltend. Endlich finden sich Crustaceen, zumal Cythere.

Die häufigsten Fossilien in den verschiedenen Schichten sind folgende.*)

1. In den unteroligocänen Schichten.

a) Korallen. *Turbinolia attenuata* **Kef.** *Cyathina tenuis* **Kef.** *Caryophyllia cornucopiae* **Kef.** *Balanophyllia praelonga* **Mich.**

b) Pelecypoden. *Ostrea ventilabrum* **Goldf.** *Cardium Hausmanni* **Phil.** *Arca appendiculata* **Sow.** *Leda perovalis* **v. Koen.** *Cytherea Solandri* **Sow.**

c) Gastropoden. *Cancellaria elongata* **Nyst.** *und C. laevigata* **v. Koen.** *Buccinum bullatum* **Phil.** *Pleurotoma Bosqueti* **Nyst.** *Pl. subconoidea* **d'Orb.** *Pl. Beyrichi* **Phil.** *Voluta decora* **Beyr.** *Cerithium laevum* **Phil.**

2. Mitteloligocäne Schichten.

a) Foraminiferen. Die Gattungen *Triloculina, Cristellaria, Truncatulina, Nodosaria, Polymorphina* gehören zu den häufigsten im Septarien-Thon: zu den Hauptfundorten: Pietzpuhl östl. von Magdeburg, Hinterhermsdorf bei Berlin. Der Sand von Söllingen.

b) Pelecypoden. Für den Septarienthon sind besonders bezeichnend: *Leda Deshayesiana* **Duch.**, die Hauptleitmuschel; *Cryptodon unicarinatus* **Nyst.**, *Nucula Chastelii* **Nyst.**, *Astarte Kickxii* **Nyst.**, *Neaera clava* **Beyr.**

c) Gastropoden. *Fusus-* und *Pleurotoma*-Arten dominiren im Septarienthon, besonders *Fusus multisulcatus* **Nyst.**, *F. elatior* **Beyr.**, *F. elongatus* **Nyst.** *Pleurotoma turbida* **Sol.**, *Pl. Selysii* **de Kon.**, *Pl. regularis* **de Kon.**, *Pl. Konincki* **Nyst.**, *Pl. laticlavia* **Beyr.** und *Natica Nysti* **d'Orb.**

3. Oberoligocäne Schichten.

a) Foraminiferen. In Menge, die Gattungen *Cristellaria, Globulina, Guttulina, Rotalia* besonders häufig. Hauptfundorte: Der Bünder Mergel, der Sand von Cassel.

b) Echiniden. *Echinolampas Kleinii* **Ag.** *Spatangus Hofmanni* **Goldf.**

c) Pelecypoden. *Pecten decussatus* und *Janus* **Goldf.**, *Nucula peregrina* **Desh.**, *Arca Speyeri* **Semp.**

d) Gastropoden. *Cancellaria multistriata* **Beyr.** *Ancillaria Karsteni* **Beyr.**, *Nassa pygmaea* **Schl.**, *Pleurotoma subdenticulata* **Goldf.**

e) Crustaceen. *Cythere amplicuntata* **Spey.** *C. scrobiculata* **Münst.**

4. Miocäne Schichten.

a) Pelecypoden. *Arca diluvii* **Lam.** *Leda pygmaea* und *L. laevigata* **Nyst.** *Astarte vetula* **Phil.**

b) Gastropoden. *Pyrula reticulata* **Lam.** Besonders verschiedene Arten

---

*) Um die Kenntniss dieser norddeutschen tertiären Fauna hat sich besonders **Beyrich** grosse Verdienste erworben. **Naumann's** Schilderung der marinen Tertiär-Bildungen Norddeutschlands enthält zahlreiche neuere Mittheilungen über die Mollusken jener Schichten, welche ihm durch **A. v. Koenen** zukamen.

von *Fusus*, wie *F. fustivus* und *F. Hosinsi* **Beyr.**, von *Cancellaria*, wie *C. evulsa* **Sol.**, *C. cancellata* **Lin.**, und von *Pleurotoma*, wie *Pl. turricula* **Brocch.**, *Pl. turbida* **Sol.** *Conus antediluvianus* **Brug.**

Tertiär-Formationen des Samlandes*).

Das in der Nähe von Königsberg liegende Samland bildet eine fast 5 Meilen gegen Westen vorspringende und 3½ Meilen breite Halbinsel. Im Norden und Westen wird dieselbe von der Ostsee, im Süden vom frischen Haff bespült, im Osten hängt sie mit dem Festland zusammen. Seit mehr denn 3000 Jahren ist das Vorkommen des Bernsteins in diesem Gebiet bekannt.

Die tertiären Ablagerungen des Samlandes scheiden sich nach den vortrefflichen Arbeiten von **Zaddach** in zwei Abtheilungen, nämlich in eine:

2) Obere oder Braunkohlen-Formation (Süsswasserbildung) und eine

1) Untere oder Glaukonit-Formation (Meeresbildung).

Die Gesteine des Samlandes bestehen vorwaltend aus Sand-Ablagerungen verschiedener Art.

2) Braunkohlen-Formation. (Tongrische Stufe.)

Dieselbe zerfällt in drei Abtheilungen.

c) Obere Abtheilung. Feiner, thoniger Glimmersand, am Nordrande Braunkohlen-Lager einschliesend, deren oberes bis zu 8 Fuss, das untere bis zu 6 Fuss Mächtigkeit erreicht, und grosse, regelmässig neben einander gelagerte Baumstämme umschliesst. Oberer Letten und dunkler Kohlensand. Mächtigkeit der oberen Abtheilung 30 — 40 Fuss.

b) Mittle Abtheilung. Gestreifter Sand; feiner, weisser Sand, Muscovit, Glaukonit, Thon und kohlige Theilchen enthaltend so wie eine bis 4 Fuss mächtige Letten-Schicht, den mittlen Letten, welcher sehr gut erhaltene Pflanzen-Reste umschliesst. Mit dem Letten tritt das untere Braunkohlen-Lager auf, das bis zu 5 Fuss mächtig. Endlich findet sich hier die zweite Bernstein-Ablagerung; nicht so reichlich, in keinem scharf begrenzten Horizont, vielmehr nesterweise zerstreut, besonders in den braunen Streifen des Sandes mit Braunkohlen-Stückchen zusammen.

a) Untere Abtheilung. Grober Quarzsand, nur mit vereinzelten Muscovit-Schuppen und Glaukonit-Körnchen (wodurch er sich von dem darunter befindlichen Sand unterscheidet). Mächtigkeit ziemlich constant 25 Fuss. Am Nordrande eine 5 bis 10 Fuss mächtige Lettenschicht, den unteren Letten umschliessend.

1) Glaukonit-Formation. (Ligurische Stufe.)

Grüner Glaukonitsand, zwischen 50 und 60 Fuss mächtig, in den unteren Lagen streifenweise durch Brauneisenerz zu grobem Sandstein verkittet.

*) Aus der reichen Literatur über das Samland sei nur genannt: **Zaddach**, das Tertiärgebirge des Samlandes, 1868 und **Runge**, das Tertiärgebirge des Samlandes im Jahrbuch für Mineralogie 1868, Seite 769 ff.

Triebsand, reichlich Glaukonit enthaltend, auch Thon und Muscovit, 4 bis 8 Fuss mächtig.

Blaue Erde oder Bernsteinerde, welche noch reichlicher Glaukonit, Thon und Muscovit enthält, aber ausserdem Bernstein, bald in grösseren bald in kleineren Stücken, aber in Menge (etwa 1/2 Pfund auf einen Quadratfuss) Mächtigkeit etwa 4 Fuss.

Von der Versteinerungen.

Das Samland ist nicht allein durch seinen Bernstein, sondern auch durch die Mannigfaltigkeit organischer Reste ausgezeichnet, die sich, pflanzliche und thierische, theils von eben dem Bernstein umschlossen, theils Meeres-Conchylien im Glaukonitsand, theils Landpflanzen als Abdrücke im Thon der Braunkohlen-Formation oder als Stämme in der Braunkohle finden.

A. Organische Reste im Bernstein.

I. *Pflanzen.*

Dieselben sind vorwaltend Coniferen und zwar meist eigenthümliche Arten, während die Zahl der Laubbäume geringer; unter diesen besonders Eichen. Als die häufigste Conifere gilt *Thuja Kleiniana* **Goepp.**, während unter den Eichen Blüthen von *Quercus Meyerianus* **Ung.** nicht selten getroffen werden. — Als Mutterpflanze des Bernsteines selbst (d. h. solche, die das Bernstein-Harz lieferten) können nach **Göppert** nur diejenigen Coniferen gelten, die in ihrem Innern noch Bernstein enthielten und von ihm so umgeben waren, dass man ihn als Aussonderungs-Product zu betrachten hat. Die häufigste derselben ist *Pinites succinifer* **Goepp.**

II. *Thiere.*

Sind viel häufiger wie Pflanzen, mehr denn 1000 Arten, hauptsächlich Insecten, unter ihnen in grosser Menge Dipteren, mehr denn 600 Species; ferner Spinnen (Arachniden), Myriapoden, zierliche Cerustaceen. Aber alle die zahlreichen Species sind ausgestorbene

B. Organische Reste im Glaukonitsand.

Bestehen (ausser einigen Bryozoen) aus Mollusken, und zwar von Pelecypoden besonders: *Ostrea ventilabrum* **Goldf.**, *Pectunculus Thomasi* **May.**, *Cyprina Philippii* **May.**, von Gastropoden aber *Natica Nysti* **d'Orb.**, *Fusus ringens* **Beyr.**, *Tornatella simulata* **Sow.**

C. Organisch Reste in der Braunkohlen-Formation.

In den Letten-Schichten am häufigsten: *Populus Zaddachi* **Heer**; *Alnus Kefersteini* **Ung.**, *Prunus Hartungi* **Heer.**, *Sequoia Langsdorfi* **Brongn.**, *Taxodium dubium* **Sternb.** *und Glyptostrobus europaeus* **Brongn.** In dem Sand über der Braunkohle besonders Zapfen von Coniferen; am häufigsten: *Pinites Thomasianus* **Goepp.**

Zu Anfang der Tertiärzeit, war das jetzige Samland von den Ufern eines Meerbusens umzogen. Auf flachen, sumpfigen Küstenstrichen erhob sich ein dichter Wald·

Neben Laubbäumen wuchsen da Kampferbäume; besonders aber Coniferen, unter ihnen die Lebensbäume **(Thuja)** am häufigsten, dann in bedeutender Zahl die Bernstein-Fichten. Pflanzen sehr verschiedener Zonen waren hier beisammen. Jahrhunderte lang bestand der Wald vielleicht; tausende von Bernstein-Fichten, deren Stämme und Aeste reich an Harz, waren zu Boden gesunken, durch neue Generationen ersetzt worden. Während das Holz meist vermoderte, ward das erhärtete Harz von pflanzlichen Theilen bedeckt, häufte sich im Boden des Waldes, in Sümpfen und Seen an. In eben dieser Zeit befand sich — während der Ablagerung der Glaukonit-Formation — ein Theil des Landes im Niedersinken. Allmählig wurde der Waldboden aufgelockert, fortgeschwemmt, der darin befindliche Bernstein ins Meer geführt. Die glaukonitischen Sande hatten indessen einen Theil des Meerbusens ausgefüllt, aber es hatte sich auch Klima und Flora der angrenzenden Länder geändert. Statt der Bernstein-Fichten bildeten Laubbäume nebst einigen Coniferen die Wälder. Auf dem glaukonitischen lagerte sich der Quarzsand der Süsswasser-Bildungen ab. Das Sinken des Landes hörte auf, statt dessen begann eine Hebung, beträchtliche Strecken des einstigen Meeresbodens wurden trocken gelegt. Von einem Strom, dessen Bett vielleicht in der Kreide-Formation lag, wurden Stücke von Waldboden, mit ihren Bäumen herbeigeschwemmt; es entstanden die an Pflanzen-Resten reichen lettigen Niederschläge. Aber der Strom schwemmte auch aus Seen und Meeren, die er durchfloss, Reste der älteren Vegetation und mit ihnen Bernstein herbei, der nun im gestreiften Sand niedergelegt wurde.

Tertiäre Ablagerungen im Rhöngebiete.

An der Rhön treten an mehreren Orten Braunkohlen führende Ablagerungen auf in Verbindung mit vulkanischen Gesteinen; sie enthalten häufig Pflanzen-Reste und aus letzteren ergibt sich, dass die Braunkohlen-Ablagerungen dort von verschiedenem Alter sind, sogar an einer Oertlichkeit.

Unter ihnen sind die wichtigeren folgende:

Sieblos in Bayern, im s. westl. Theil der Rhön. Die kohleführenden Schichten nehmen hier auf Buntsandstein ihre Stelle ein.

Gerölle von Basalt,	10	Fuss	mächtig.
Papierkohle	3	„	„
Mergel	1	„	„
Glanzkohle	4	„	„
Mergel	8	Zoll	„
Papierkohle	1	Fuss	„
Glanzkohle	6 — 8	Zoll	„
Sand und Thon.			

Es finden sich zahlreiche organische Reste, pflanzliche und thierische.

Pflanzen.

Unter einigen 40 Species durch **Heer** bestimmt, gehören folgende zu den häufigeren: *Phragmites oeningensis* **Braun.** von Gräsern; von Coniferen *Libocedrus salicornoides* **Endl.**, von Laurineen *Cinnamomum Scheuchzeri:* **Heer** und *C. lanceolatum* **Ung.**, *Persoonia Daphnes* **Ett.** Ferner: *Rhus cassiaeformis* und *Rh. stygia* **Ett.** und *Mimosites haeringiana* **Ett.**

Thiere.

Von Süsswasser-Schnecken: *Planorbis depressus, Limneus fabula, Melania inflata;* zahlreiche, vortrefflich erhaltene Insecten; Süsswasser-Krebse: *Cypris;* Fische, besonders in der Papierkohle: *Smerdis macrurus* u. a. Batrachier: *Palaeobatrachus gracilis* und *Rana sieblosensis.*

Die Braunkohlen-Ablagerung von Sieblos ist eine Süsswasser-Bildung, die älteste an der Rhön und gehört der tongrischen Stufe an. Sie ist in einem Süsswasser-See abgesetzt, in der Nähe des Pferdekopfs, eine der jenen See umgebenden phonolithischen Kuppen. Die sumpfigen Ufer des Sees schmückte eine reiche Flora, den See belebten Fische, deren Absterben wie **Hassencamp** vermuthete vielleicht durch aufgestiegene vulkanische Gase bedingt wurde. (Es ist eine nicht vereinzelt dastehende Thatsache, dass man in der Nähe solcher einstigen Süsswasser-Seen vulkanische Gebilde antrifft: Mont Bolca, Oeningen.)

Bischofsheim an der südlichen Abdachung der Rhön, am Brauersberge. Die Braunkohlen führenden Schichten liegen auf Muschelkalk.

5) Gelblichgrüner Thon, mit Geröllen von Basalt und Kohlen-Schmitzen, 100 bis 300 Fuss mächtig.
4) Braunkohlen-Flötze, von verschiedener Mächtigkeit, mit Zwischenmitteln von sandigem Thon.
3) Braunkohlen-Flötze mit Lignit, von 6 bis 14 Fuss Mächtigkeit.
2) Thon mit Geröllen von Kalk und Basalttuff.
1) Thon mit zahlreichen Blätter-Abdrücken.

Unter den häufigsten Pflanzen sind zu nennen: *Glyptostrobus europaeus* **Ung.**, *Betula prisca* **Ett.**, *Fagus attenuata* **Goepp.**, *Cinnamomun lanceolatum* **Heer** und *Acer trilobatum* **Braun.** — Die Braunkohlen-Ablagerung von Bischofsheim ist gleichalterig mit jener von Oeningen, obermiocän, gehört der messinischen Stufe an. Dieselbe wurde ebenfalls in einem See abgesetzt.

Kaltennordheim in Sachsen-Weimar, wo seit 1704 Braunkohle gewonnen wird.

11) Thon mit Basalt-Geröllen, bis 120 Fuss mächtig.
10) Braunkohlen-Flötze, sogenannte Dachkohle, bis 2 Fuss mächtig.
9) Cypris-Schiefer.
8) Schwarzer Letten.
7) Braunkohle (Hauptflötz) 4 Fuss mächtig, zum Theil aus breitgedrückten Holzstämmen bestehend.
6) Schwarzes, thoniges Zwischenmittel.
5) Braunkohle, bis 3 Fuss mächtig, mit Lignit.
4) Schwarze, tuffartige Schicht.
3) Schieferige Braunkohle, sogenannte Sohlkohle, bis 8 Zoll mächtig.
2) Süsswasser-Schnecken-Schicht, thoniges Gestein.
1) Letten mit Pflanzen-Abdrücken.

Die bei Kaltennordheim vorkommenden Pflanzen-Reste gehören zwei verschiedenen Stufen an. In der unteren, in den lettigen Schichten und den Tuffen finden sich besonders: *Glyptostrobus europaeus* **Ung.**, *Cinnamomum Scheuchzeri* **Heer.**, *Rhamnus Decheni* **Web.** und *Cassia lignitum* **Ung.** Die Braunkohle enthält in Menge Früchte von *Carpolithes Kaltennordheimensis* **Zenk.** — In der unteren Abtheilung finden sich auch thierische Reste, Batrachier, Fische; dieselbe ist oberoligo-

c. Die obersten Schichten, welche *Acer trilobatum* **Braun.**, *Betula prisca* **Ett.**, *Alnus Kefersteinii* **Ung.** enthalten, sind miocän.

Tertiäre Ablagerungen im niederrheinischen Becken bei Bonn.

Die tertiären Ablagerungen der Umgegend von Bonn gehören dem grossen Becken des Niederrheins an, welches gegen Süd-West, Süd und Ost durch das ältere Gebirge begrenzt, gegen Westen und Norden hin offen ist und sich aus der Nähe von Aachen über Eschweiler, Düren, Zülpich, Euskirchen bis Sinzig jenseits der Aar, dann um das Siebengebirge herum über Siegburg, Bensberg, Gladbach bis jenseits Düsseldorf erstreckt. In diesem ausgedehnten Becken*), welches nach Art seiner Ablagerung in Buchten längs des Küstenrandes erscheint, bilden die tertiären Schichten der Umgegend von Bonn unbedingt die interessanteste Bucht, sowohl wegen ihrer Verknüpfung mit vulkanischen Gesteinen, als wegen ihres Reichthums an organischen Resten.

Die Bonner Bucht folgt der Bucht von Düren, (welche sich aus der Maas-Gegend am Nordrande des Niederländischen Schiefergebirges bis an die Erft erstreckt) bis nach Sinzig auf der linken Rheinseite und bis Obercassel am Fusse des Siebengebirges.

Gesteine.

Sandstein, Sand und plastischer Thon sind die herrschenden Gesteine, denen sich mehr untergeordnet Quarzit, Hornstein und Kieselconglomerat beigesellen. Trachytische und basaltische Conglomerate und Tuffe treten zwischen den tertiären Schichten auf, wie diese zuweilen organische Reste enthaltend. Braunkohlen-Flötze kommen mehrfach vor.

Sandstein (sogenannter Braunkohlensandstein) ist oft sehr feinkörnig; die feinen, wasserhellen Quarz-Körner durch quarziges Cäment so festverbunden, dass Bindemittel und Körner kaum zu unterscheiden. Derartige Sandsteine gehen in Hornstein über; nicht selten werden sie von Halbopal durchzogen (Quegstein). Häufig nimmt der Sandstein Geschiebe von Quarz oder Hornstein auf, wodurch Kieselconglomerate entstehen. Sand, oft sehr reiner Quarzsand, von weisser oder grauer Farbe, enthält zuweilen Nieren von Hornstein. — Quarzit findet sich besonders in losen Blöcken bei Muffendorf; in demselben treten Halbopal und Chalcedon in Schnüren oder als Ueberzug auf. Der plastische Thon, von weisser oder grauer Farbe, der vielfach zu technischen Zwecken gewonnen wird, wie am Lannesdorfer Bach, erreicht oft ansehnliche Mächtigkeit; in den Brunnen der Stadt Rheinbach über 70 Fuss. Nieren von Sphärosiderit sind in ihm nicht selten; bei Römlingsolen Krystalle von Gyps, Krystall-Concretionen von Eisenkies. — Unter den Mineral-Vorkommnissen verdient als bezeichnend für die Bonner Umgebung thoniger Sphärosiderit Erwähnung. Er bildet entweder flache Nieren, die bei 6 Fuss Länge 3 Fuss Dicke er-

*) Eine Schilderung des ganzen Beckens gab neuerdings **Ad. Gurlt** „Uebersicht über das Tertiär-Becken des Niederrheins" Bonn 1872. Für die Umgegend von Bonn ist besonders: **H. v. Dechen**, geognostischer Führer in das Siebengebirge am Rhein. 2. Auflage 1861 zu vergleichen.

reichen, oder Platten und Schichten. Er findet sich vorzugsweise im Thon; besonders bei Dambroich aber auch im Trachyt-Conglomerat, wie bei Uttweiler, am Stein bei Broich.

Lagerung.

Die verschiedenen Tertiär-Ablagerungen nebst den Tuffen und Conglomeraten lassen keine bestimmte Schichten-Folge wahrnehmen und sich durch das Auftreten der letzteren in zwei Abtheilungen bringen, nämlich:

2) Obere Schichten, bestehend aus einem vielfachen Wechsel von Thon und Sand, mit eingeschalteten Braunkohlen-Flötzen, bis zu einer Mächtigkeit von 300 Fuss. Trachyt-Conglomerat (nebst dem basaltischen), als eine auf die Nähe des anstehenden Trachytes beschränkte Zwischen-Bildung zu betrachten.

1) Untere Schichten: Sandsteine, Quarzit und Hornstein.

Vorkommen der Braunkohle. In verschiedenen Abänderungen, zumal als Blätterkohle und als bituminöses Holz oder Lignit. Bauwürdige Flötze sind im Gebiete der Bonner Bucht an ihrem Rande längs der Grauwacke von Nieder-Castenholz, Schweinheim bis in das Aarthal nicht bekannt. Hingegen finden sich solche z. B. bei Leimersdorf ein Flötz von 7 — 9 Fuss Mächtigkeit auf plastischem Thon; bei Orsberg drei Lager von Blätterkohle, deren unteres 3 — 4 Fuss mächtig. Beim Dorfe Liessem ist ein Lager von Blätterkohle mit einer wechselnden Mächtigkeit von 12 bis 52 Fuss, das viele Streifen eines tripelartigen Infusorientuffes einschliesst, während die Blätterkohle zahlreiche Pflanzen-Abdrücke enthält. — Bei Obererl, am Südhange des Minderberges, auf der Grube Stösschen findet sich ein 6 bis 16 Fuss mächtiges Lager reiner Blätterkohle, darunter Thon mit bituminösem Holz, darunter noch ein Flötz Blätterkohle bis zu 5 Fuss mächtig und durch Reichthum an thierischen Resten ausgezeichnet.

Versteinerungen.

Die Flora ist eine ausserordentlich reiche. Ausser Coniferen und einigen Palmen sind es besonders immergrüne Lorbeerbäume, Eichen, Feigen, Ahorn, Akazien, Buchen, Erlen, Weiden, welche die damaligen Wälder bildeten. — Unter den thierischen Resten besonders: Süsswasser-Schnecken, Insecten, Fische, Batrachier, einige Säugethiere.

I. Pflanzen.

Die zahlreichen Pflanzen-Reste finden sich in den Blätterkohlen und den ihnen eingelagerten Kieseltuff-Schichten bei Rott, am Stösschen bei Linz, Orsberg bei Erpel und Liessem; in den Sandsteinen von Altrott und Quegstein, in Sphärosideriten bei Dambroich, in Trachyt-Conglomerat des Pleissbaches.

Die häufigsten Pflanzen bei Rott sind: Die Cypressen *Glyptostrobus europaeus* **Heer,** *Libocedrus salicornoides* **Endl.** Die Cyperacee (Riedtgras) *Cyperus Chavannesi* **Heer.** Von Dicotyledonen: *Carpinus grandis* **Heer** (Hainbuche); *Quercus Weberi* **Heer;** Planera *Ungeri* **Ett.** *Ficus elegans* **Web.,** *F. lanceolata* und *F. arcinervis* **Heer.** *Cinnamomum polymorphum* **Ung.** und *C. lanceolatum* **Heer.** *Laurus primigenia* **Ung.** *und L. princeps* **Heer,** *Acer trilobatum* **Braun.** — In den Sand-

steinen und Blätterkohlen von Quegstein und Hardt finden sich besonders: *Sequoia Langsdorfi* **Br.**, *Quercus grandidentata* **Ung.**, *Ficus lanceolata* **Heer**, *Rhamnus Decheni* **Web.**

Die gemeine Braunkohle enthält keine Blätter von Dicotyledonen, weil solche wahrscheinlich aufgelöst wurden, sondern fossile Hölzer, die harzreichen Coniferen angehören. Das verbreitetste ist *Cupressinoxylum pachyderma* **Goepp.**, dann *C. granulosum* **Goepp.**, *Taxites Aykii* **Goepp.** und *Pinites protolarix* **Goepp.** Die Stämme kommen nicht allein liegend und plattgedrückt, sondern auch auf dem Wurzelstock stehend vor. — Von den 247 Pflanzen-Species der niederrheinischen Flora, welche **Gurlt** aufzählt, gehören etwa 45 Arten der tongrischen Stufe an, 89 der aquitanischen, 72 der langhischen und 56 der messinischen.

II. Thiere.

a) Gastropoden.
Limneus corneus und *L. subpalustris* **Thom.**
Planorbis cornu und *P. rotundatus* **Brongn.**
Paludina elongata **Münst.**
Litorinella acuta **Braun.**
} Im Süsswasserquarz von Muffendorf.

b) Crustaceen.
Cypris angusta **Reuss.** Im Süsswasserquarz.

c) Fische.
Leuciscus papyraceus **Br.**, *L. macrurus* **Ag.**, *L. tarsiger* und *L. gloriosus* **Trosch.** In der Blätterkohle.


Palaeobatrachus gigas.

d) Reptilien.
Palaeobatrachus Goldfussi **Tchud.**
Palaeobatrachus gigas **v. Mey.**
Andrias Tchudii **v. Mey.**
} In der Blätterkohle.

e) Säugethiere.
Rhinoceros incisivus **Cuv.**
Sus brevirostris **Trosch.**
Cervus rottensis **Trosch.**
} In der Blätterkohle.

Das Vorkommen von Landthieren und solchen die in süssen Wassern lebten, nebst den vielen Insecten, die nur in Braunkohlen-Wäldern und Mooren gelebt haben können, liefern, wie **Gurlt** bemerkt, den Beweis, dass einst am Niederrhein eine ausgedehnte Land- und Süsswasser-Formation geherrscht hat, und zwar in geringer Erhebung über dem Tertiärmeere, wahrscheinlich in der Form der heutigen Haffe. Das Meer hat damals nur einen kleinen Theil des westl. und nördl. Beckens bedeckt, und ist aus letzterem in der Maas-Gegend bis Weissweiler während der Zeit der Braunkohlen-Wälder in Folge von Hebung der Küsten zurück getreten, wie das Vorkommen von Kohlen-Flötzen über den marinen Thonen und Sanden jener Gegend beweist.

Braunkohlen führende, oligocäne und miocäne Ablagerungen in Oesterreich.

Dieselben treten in ansehnlicher Verbreitung und in bedeutender Mächtigkeit auf; gewöhnlich an den Rändern der einstigen Meere, welche zur Tertiärzeit einen grossen Theil der österreichischen Monarchie bedeckten, oder in den Buchten derselben, so wie in vereinzelten Becken. Die Braunkohlen-Ablagerungen gehören verschiedenen Horizonten an. Abgesehen von ihrer technischen Bedeutung gewinnen sie noch hohes wissenschaftliches Interresse. Nicht wenige der Braunkohlen führenden Schichten sind, durch Reichthum an Pflanzen ausgezeichnet, vermittelst welcher die einzelnen Stufen, denen die Ablagerungen angehören näher ermittelt wurden. Seit einer Reihe von Jahren hat sich besonders **C. v. Ettingshausen** mit der tertiären Flora Oesterreichs beschäftigt, und an den wichtigeren Lagerstätten so wie in den reichhaltigen Sammlungen die Vorkommnisse näher untersucht. Die Resultate seiner Forschungen liegen bereits in einer Anzahl Monographien vor und liefern nicht allein für die Kenntniss der österreichischen, sondern der tertiären Flora überhaupt höchst bedeutende Beiträge.

Zu den Gegenden, welche sowohl wegen des Auftretens bauwürdigr Braunkohlen-Flötze, als auch wegen des Vorkommens zahlreicher Pflanzen-Reste merkwürdig, gehören namentlich Sagor in Krain; das Biliner Becken; Radoboj in Croatien; Leoben und Parschlug in Steyermark.

Braunkohlen-Ablagerung der Umgebung von Sagor in Krain.

Sagor hat zwei Flötze mit einer durchschnittlichen Gesammt-Mächtigkeit von 100 Fuss. Das obere, Hangendflötz, im Mittel 36 Fuss mächtig, wird durch viele sandige Zwischenmittel getrennt, ebenso das Liegendflötz, das durchschnittlich 72 Fuss mächtig. Das Liegende bildet plastischer Thon. — Wegen seiner fossilen Pflanzen ist Sagor längst bekannt; aber erst in letzter Zeit gelang es **C. v. Ettingshausen** von 14 Fundorten im Gebiete des Sagor-Tüffer Braunkohlen-Zuges noch besonders reiche Ausbeute zu machen. Als die häufigsten Pflanzen hebt **v. Ettingshausen** hervor: ganz besonders die Coniferen *Glyptostrobus europaeus* und *Sequoia Couttsiae* **Heer**; dann die Dicotyledonen: *Quercus lonchitis* **Ung.**, *Ficus sagoriana* und *F. bumeliaefolia* **Ett.**, *Cinnamomum polymorphum* **Brongn.**, *Banksia longifolia* **Ett.**, *Andromeda protogaea* **Ung.** und *Eucalyptus oceanica* **Ung.** — Die Zahl der bis jetzt (denn die Arbeit ist noch nicht beendigt) beschriebenen Pflanzen-Species beträgt 143. Die Flora gehört der aquitanischen Stufe an.

Das Tertiär-Becken von Bilin.

Man kann in Böhmen drei grössere, Braunkohlen führende Becken unterscheiden: 1) Das Egerer Becken; 2) das Falkenau-Elbogener Becken und 3) das Saatz-Teplitzer, oder auch Biliner Becken genannt.

Der Raum dieses Buches gestattet nur die Betrachtung eines der Becken und als Beispiel sei das Biliner gewählt, welches neuerdings durch die vorzüglichen Arbeiten von **C. v. Ettingshausen** noch besonderes Interesse gewonnen hat.

Gesteine.

Sandsteine und Sand, plastischer Thon und Schieferthon, Kalksteine, basaltische Tuffe nebst Braunkohlen-Ablagerungen kommen vor.

Sandstein, theils mit quarzigem, theils mit thonigem Bindemittel, fein- oder grobkörnig, hellfarbig. Sand, aus Quarz-Körnchen bestehend, mit thonigen Zwischenmitteln. Plastischer Thon, dunkel oder grau, zuweilen ansehnliche Mächtigkeit erlangend, enthält oft Nieren von Thoneisenstein und ist mehrfach durch Reichthum an Pflanzen ausgezeichnet. Schieferthon, der sich meist aus dem Thon entwickelt, fein blätterig; auch zwischen Sand- und Sandstein-Schichten auftretend. Die Schieferthone und Thone erscheinen nicht selten in Folge von Kohlenbränden zu harten Gesteinen umgewandelt, die sog. „Brandschiefer", von rothen, gelben Farben, dem Jaspis ähnlich, daher mit dem ungeeigneten Namen „Porcellanjaspis" belegt. Als eigenthümliche, aber untergeordnete, Schiefergesteine verdienen die Polirschiefer Erwähnung: sehr dünnschieferige, leicht zerblätternde, feinerdige, weiche Masse, welche aus Kieselpanzern von Diatomeen zusammengesetzt. Am Trippelberg bei Kutschlin unfern Bilin in einer Mächtigkeit von 2 bis 4 Fuss auftretend und durch Reichthum an Pflanzen und Fischen ausgezeichnet. — Kalkstein (Süsswasserkalk), feinkörnig bis dicht, oft schieferig, gelb oder grau; tritt zumal bei Kostenblatt unfern Teplitz auf, durch Reichthum an Pflanzen ausgezeichnet. Andere Kalksteine mit Süsswasser-Conchylien finden sich bei Kolosoruk, Tuchorschitz, Waltsch. — Basaltische Tuffe, nicht selten in Conglomerate übergehend, mehr oder weniger zerkleinerter, geschlemmter und verwitterter basaltischer Schutt, mit Krystallen von Augit, Hornblende, Biotit, Olivin-Körnern aber auch mit Pflanzen-Abdrücken. Sie sind geschichtet und von nicht unbedeutender Verbreitung. Besonderes Interesse gewinnen die sog. opalführenden Tuffe von Luschitz; basaltische Tuffe mit vielen Biotit-Schuppen und von verschiedener Farbe, enthalten Nester von Menilit oder Halbopal und Nieren von Mergelkalk, welche durch das Vorkommen von Pflanzen- und thierischen Resten merkwürdig. — Die Kohle erscheint als gemeine Braunkohle, als Lignit, als Moor- oder Pechkohle und als Glanzkohle.

Mineral-Vorkommnisse. Markasit, schöne Drusen von Zwillings-Krystallen, die oft mit Eisenkies bedeckt, auch Knollen im Ausgehenden der am Eisenkies reichen Thone: Littmitz und Teplitz. Thoniger Sphärosiderit, bildet Nieren oder dünne Lagen im plastischem Thon und enthält Pflanzen-Abdrücke. — In der Braunkohle finden sich: Gyps, schöne Krystalle, zuweilen Braunkohlen-Theilchen einschliessend: Kolosoruk; Tschermig. Eisenkies, die Kohle imprägnirend, oder in Krystallen auf Klüften derselben, ferner als Vererzungs-Mittel, ganze Stammstücke sind oft verkiest. Ammoniak-Alaun, bildet faserige bis 3 Zoll starke Platten bei Tschermig; Mellit (früher) auf Klüften bei Luschitz. Pyroretin (ein Asphalt-Harz) nuss- bis faustgrosse Knollen in Pechkohle zwischen Proboscht bei Aussig und Salesel.

Gliederung.

Die tertiären Ablagerungen des Biliner Beckens lassen sich — nach ihren Beziehungen zu den Basalten — als ältere oder vorbasaltische und jüngere oder nachbasaltische unterscheiden.

Jüngere Abtheilung.

In vereinzelten Mulden wurden, nachdem die Eruption der Basalte zu Ende und durch solche die mannigfachsten Störungen in den Lagerungs-Verhältnissen hervorgerufen, Süsswasser-Bildungen abgelagert, Tuffe und Kalksteine. Die Tuffe der Umgebung von Luschitz, Schichow mit ihren Nestern von Menilit-Opal liegen auf Pläner, inmitten zwischen Basalt Bergen. Der Süsswasserkalk von Kolosoruk findet sich auf Kohlenbrandgesteinen, während der bei Tuchorschitz eine Mulde im Pläner ausfüllt und endlich der Süsswasserkalk von Kostenblatt zwischen Basalten auftritt.

Aeltere Abtheilung.

3) Obere Schichten. Schieferthon und Thone, mit Braunkohle; in der Mitte des Beckens bis 20, am Rande des Erzgebirges bis 300 Fuss mächtig.

2) Sedimentäre Basalt-Tuffe und Conglomerate, mit Einlagerungen von Braunkohle.

1) Sand und plastischer Thon (sog. Saatzer Schichten), mit Braunkohle. Gesammt-Mächtigkeit 360 bis 480 Fuss. Bald herrschen die Thone vor mit Zwischenmitteln von thonigen Sandsteinen, bald die Thone mit eingebetteten Schieferthonen; beiderlei Einlagerungen sind durch Reichthum an Pflanzen ausgezeichnet, wie besonders bei Liebschitz.

Vorkommen der Braunkohle. Dieselbe bildet Flötze von verschiedener Mächtigkeit in kleineren oder grösseren Mulden abgelagert. Die bedeutendsten Ablagerungen gehören der nördlichen an das Erzgebirge angrenzenden Zone an, zumal zwischen Graupen und Görkau. Es erlangen die Braunkohlen hier eine Mächtigkeit von 100 Fuss; sie bestehen aus Lignit, gemeiner Braunkohle, mit Streifen von Pechkohle, oder aus ganzen Lagen matter Pechkohle. Diese ansehnlichen Ablagerungen sind wahrscheinlich aus vom Erzgebirge herabgeschwemmten Holzmassen hervorgegangen. — Eine interessante Ablagerung findet sich bei Bilin. Das Hangende bildet Letten, Sand, Sandstein, Schieferthon und plastischer Thon mit Pflanzen-Resten; dann durch Schieferthon getrennte Kohlen-Flötze, die eine Gesammt-Mächtigkeit von 72 Fuss erreichen. Die Braunkohlen werden von Basalt-Gängen durchsetzt. — Die den Basalttufen eingelagerten Braunkohlen-Flötze sind gewöhnlich nicht sehr mächtig, bis 4 Fuss, und bestehen aus Pechkohle. — Die Erdbrandgesteine, d. h. die auf das Mannigfachste umgewandelten Schieferthone und plastischen Thone, die in stängeligen Thoneisenstein metamorphosirten Sphärosiderite treten zumal in der Nähe von Basalt-Gängen oder am Ausgehenden durch Verwerfung blossgelegter Schichten auf. Die Kohlenbrände sind durch Selbstentzündung der Kohle, d. h. durch ihren Gehalt an Eisenkies bedingt. Solche, noch gegenwärtig zur Selbstentzündung geneigte Flötze finden sich z. B. in der Gegend von Schönfeld.

Von den Versteinerungen.

I. Pflanzen.

In dem Polirschiefer finden sich zahlreiche Kieselpanzer von Infusorien, sog. Diatomeen. Besonders: *Gallionella varians* und *G. distans* **Ehr.**, *Bacillaria vulgaris* **Ehr.**, *Navicula gracilis* und *N. scalprum* **Ehr.**

Die fossile Flora von Bilin ist eine ausserordentlich reiche und beläuft sich nach **C. v. Ettingshausen** auf 464 Arten*). Nur 17 Arten waren Bewohner der Gewässer, alle übrigen sind Landpflanzen und zwar meist Laubbäume, deren Mehrzahl theils der subtropischen, theils der wärmeren gemässigten Zone entspricht. **C. v. Ettingshausen** unterscheidet sechs Localfloren, nämlich:

1) Flora des Polirschiefers von Kutschlin. Sie ist die reichhaltigste, ihr gehören 203 Arten an, die sich meist vortrefflich erhalten in den weniger gut spaltbaren Schichten finden. Die allerhäufigsten Species sind: *Cinnamomum polymorphum* **Braun**, *C. Scheuchzeri* **Heer** und *C. lanceolatum* **Ung.** Durch Zahl der Species ist zumal *Ficus* bemerkenswerth. Die Flora gehört der aquitanischen Stufe an.
2) Flora des Süsswasserkalkes von Kostenblatt. Sie hat nur 23 Species, unter denen *Sequoia Langsdorfi* **Heer**, *Casuarina Heidingeri* **Ett.**, *Sterculina laurina* **Ett.**, *Rhus prisca* **Ett.** und *Myrtus atlantica* **Ett.** bemerkenswerth. Gehört ebenfalls der aquitanischen Stufe an.
3) Flora des plastischen Thones von Priesen ist eine sehr reiche mit 178 Arten. Die allerhäufigsten sind: *Taxodium dubium* **Sternb.**, *Glyptostrobus europaeus* **Heer**, *Fagus Feroniae* **Ung.**, *Acer trilobatum* **Braun.** und *Carya bilinica* **Ung.** Merkwürdig sind die Stengelfragmente von *Equisetites bilinicus* **Ung.** und *Potamogeton geniculatus* **Braun.** Die Flora von Priesen fällt in den ersten Abschnitt der mittelmiocänen Epoche.
4) Flora des Sphärosiderits und des Thones von Langaugezd und Preschen wird characterisirt durch das Vorherrschen von *Glyptostrobus europaeus* **Heer**, *Pinus rigios* **Ung.** (Nadelbüschel und grosse Zapfen), *Dryandra acutiloba* **Sternb.** und *Dryandroides lignitum* **Ett.** Gleichalterig mit der vorigen Flora.
5) Flora des Brandschiefers von Sobrussan stimmt mit jener des plastischen Thones und Sphärosiderits. Häufig ist zumal *Acer trilobatum* **Braun.**
6) Flora der Menilitopale im Schichower Thale, bei Luschitz, Mireschowiz. Zu den häufigeren Pflanzen gehören namentlich *Arundo Goepperti* **Heer**, *Libocedrus salicornoides* **Endl.** und *Sequoia Langsdorfi* **Heer** (mit schön erhaltenen Zweigen), *Ulmus Bronni* **Ung.** *Cinnamomum polymorphum* **Braun.**, *Heliotropites Reussii* **Ett.** (Früchte), *Acer trilobatum* **Braun** und *Rhamnus bilinicus* **Ung.** Die Flora ist jünger wie die des plastischen Thones, gehört dem obersten Horizont des Biliner Beckens an.

Als allgemeine Resultate seiner schönen Beobachtungen hebt **C. v. Ettingshausen** hervor, wie die Verschiedenheit in den klimatischen Verhältnissen der Arten — welche der Mehrzahl nach theils der subtropischen, theils der wärmeren gemässigten Zone entsprechen — nicht wie wohl anderwärts in bedeutenden Höhen-

*) Die fossile Flora des Tertiär-Beckens von Bilin. Wien 1869. Mit LV Tfln.

Differenzen der Standorte, vielmehr in Alters-Verschiedenheiten der Arten ihre Erklärung findet. Es haben nämlich die Local-Floren des Biliner Beckens drei wahrscheinlich unmittelbar auf einander folgenden Zeitabschnitten der Miocän-Periode angehört. In der Flora dieser Periode waren aber die wichtiehsten Vegetations-Gebiete der Jetztwelt vertreten.

II. Thiere.

1. Gastropoden finden sich in den Süsswasserkalken von Tuchorschitz, Kolosoruck, Kostenblatt.
   Planorbis solidus **Thom.**, *Pl. declivis* **Braun.** *Limneus subpalustris* **Thom.** *Cyclas prominula* und *C. pseudocornea* **Reuss**; *Glandina Sandbergeri* **Thom.** *Helix euglypha, H. semiplana, denudatu* **Reuss**, *H. osculum* **Thom.**
2. Fische.
   Cyclurus macrocephalus, Perca uraschista **Reuss**, *Aspius furcatus* und *A. elongatus* **v. Mey.** im Polirschiefer. — *Esox Waltschanus, Leuciscus Colei* und *L. Stephani* **v. Mey.** im Süsswasserkalk von Waltsch.
3. Batrachier.
   Rana Luschitziana und *Asphaerion Reussi* **v. Mey.** in den Menilitopalen von Luschitz.

Braunkohlen-Ablagerung von Radoboj in Croatien.

Bei Radoboj treten vier Braunkohlen-Flötze in sandigthonigen Schiefern auf; das eine $3^1/_2$, das andere 4 F. mächtig, die anderen nur $2^1/_2$ und $^1/_2$ F. Die Pflanzen-Reste finden sich in einem Mergelschiefer, der mit thonigem Sandstein wechsellagert.

Die Flora von Radoboj enthält nach **v. Ettingshausen** 295 Arten; ist demnach relativ reichhaltiger als alle bis jetzt bekannten Localfloren in Oesterreich. Die Pflanzen gehören nur einem Horizont an, aber verschiedenen Standorten. Einige Algen repräsentiren die Meeresbewohner, während *Chara*, *Typha* auf Süsswasser *Equisetum*, Eriaceen auf eine Sumpfflora hindeuten. Die Mehrzahl der Pflanzen gehört hingegen einer Waldvegetation an. Aber auch diese lassen sich nach verschiedenen Standorten gruppiren. Denn Gewächse, wie z. B. die *Sabal*-Arten, welche ein tropisches Klima anzeigen, werden nicht mit Arten von *Pinus, Populus, Acer* die einem gemässigten Klima entsprechen, neben einander vorkommen. Die Pinus-Arten dieser Flora waren nicht gesellig lebende Waldbäume, weil die analoge Art der Jetztwelt nur in Nadelholzwäldern sich aufhält. Im vorweltlichen Nadelholz-Walde von Radoboj konnten daher — wie **v. Ettingshausen** bemerkt — Pappeln, Ahorn, Birken, keineswegs aber tropische Gewächse untermischt vorkommen. Letztere wuchsen im Thale, die gemässigten Arten auf einem Gebirge; dazwischen fallen die Standorte der subtropischen und der wärmeren gemässigten Arten von Laurineen, Myrtaceen u. a. — Als sehr bemerkenswerth in Betreff der Ablagerung der pflanzlichen Reste hebt **v. Ettingshausen** es besonders hervor, wie aus der Erhaltungs-Weise derselben sich erkennen lässt, dass solche im frischen Zustande, ohne vorhergegangene Maceration vom Gesteinsmateriale umhüllt worden sein müssen. Dies gilt von den vielen schönen Zweigen der Cypresse, *Callitris Brongniarti*, so wie von den meisten Blättern, die

nicht eine Spur des Verwelkens zeigen. Der Mergelschiefer von Radoboj liefert ein vorweltliches Herbarium im eigentlichen Sinne des Wortes. Die Ablagerung der organischen Reste hat hier nicht lange gewährt, vielmehr ist die Katastrophe schnell über die Vegetation hereingebrochen. Die Radoboj-Flora zeigt die grösste Uebereinstimmung mit den zur Lausanne-Stufe (d. h. langhischen) gehörigen Flora von Leoben und den Localfloren des Biliner Beckens und steht jener des plastischen Thones von Priesen bei Bilin am nächsten. „Man kann" — sagt **v. Ettingshausen** — nicht allein die Flora von Radoboj, sondern die Flora der Miocän-Periode überhaupt als eine Universal-Flora, als ein Seminarium bezeichnen, welches die Aufgabe hatte, alle Gebiete der Erdoberfläche mit ihren Nachkommen zu versehen.

Braunkohlen-Becken von Leoben in Steyermark.

Es ist dies eines der bedeutendsten in dem an Kohle reichen Steyermark. Auf eine Länge von etwa 2000 Klafter wird hier ein zwischen 2 bis Klafter mächtiges Braunkohlenflötz mit einer der besten Kohlen abgebaut. — Die früher völlig unbekannte Flora wurde durch die Untersuchungen **Ettingshausens** (1868 und 1869) ermittelt; es gelang ihm aus vier verschiedenen Horizonten des Hangenden Pflanzen zu sammeln. Jeder dieser Horizonte enthält neben gemeinsamen Arten auch eigenthümliche, welche Kunde geben von der Veränderung der Vegetation während der Ablagerungs-Epoche. Nur 7 Süsswasser-, die übrigen sind Landpflanzen. Es sind bis jetzt 216 Arten nachgewiesen, die sich zumal in einem graulichbraunen, glimmerigen Schiefer finden. Die Flora von Leoben ist gleichalterig mit jener von Radoboj, gehört demnach der langhischen Stufe an.

Braunkohlen-Ablagerung von Parschlug in Steyermark.

Bei Parschlug im Mürzthale liegt auf feinkörnigem Sandstein und blauem Thon eine etwa 48 F. mächtige, von Kalkmergeln durchzogene Schieferthon- und Braunkohlen-Bildung. Das Kohlenflötz besteht aus Pech- und Schieferkohle, 7 F. mächtig, schwarze Braunkohle, 3 F. gemeiner Braunkohle 9 F. und schwarzer, kiesiger Braunkohle, 6 F. mächtig. Die Pflanzen-Reste finden sich besonders in den obersten Kalkmergel-Bänken. Zu den häufigsten gehören *Planera Ungeri* **Ett.**, *Liquidambar europaeum* **Braun** und *Dryandroides lignitum* **Ung.**; zu den für Parschlug besonders bezeichnenden *Ilex parschlugiana* **Ung.** und *Juglans parschlugiana* **Ung.** Nach **Unger,** der bereits 1860 die Pflanzen von Parschlug beschrieb, sind solche als herbstliche Abfälle einer Waldvegetation von Bäumen und Sträuchern, einigen Sumpf- oder Wasserpflanzen zu betrachten, die bald nach ihrem Abfallen durch das Anschwellen eines Stromes fortgeführt und in einen See mit dem Schlamm abgesetzt wurden. Die Flora von Parschlug ist jünger wie die von Leoben; sie gehört der messinischen Stufe (Oeninger Stufe) an.

Wiener Becken.

Unter dem Wiener Becken versteht man das Tiefland, welches im Westen von den Alpen, dem böhmisch mährischen Gebirge, im Osten von den Karpathen und dem Leithagebirge begrenzt wird und die Flussgebiete der March und Leitha umfasst. Das Wiener Becken, durch die Thätigkeit der vielen ausgezeichneten österreichischen

Geologen so genau durchforscht*), bietet eines der lehrreichsten Beispiele für das Auftreten miocäner Formationen.

Gesteine.

Sand und Gerölle-Ablagerungen, Sandstein und Conglomerate, Thone, Mergel und Kalksteine sind die herrschenden Gesteine.

Sand, aus Quarz-Körnchen bestehend, weiss oder grau, mit feinen Schuppen von Muscovit und mit Geröllen von Quarz. Der sog. Belveder-Sand ist ein feiner hell- bis honiggelber, glimmeriger Sand, mit Mergel-Platten und kuchenförmigen Sandstein-Concretionen, die oft Abdrücke von Blättern enthalten. — Unter den Gerölle-Ablangerungen ist besonders der Belveder-Schotter bemerkenswerth: er besteht aus bis faustgrossen Geschieben von weissem Quarz, die oberflächlich rothgelb gefärbt und nach der einen Seite keilförmig zugeschärft sind. (Diese Gestalt unterscheidet, wie **Süss** hervorhebt, Geschiebe von Geröllen: sie wird hervorgebracht, indem Steine am Grunde eines fliessenden Wassers durch die Strömung fortgeschoben worden). Der Belveder-Schotter enthält Sand-Nester und ist manchmal zu festem Conglomerat cämentirt. Kalkiger Sandstein bildet öfter Einlagerungen in den Sand-Massen. Interessant ist der von **Brezina** beschriebene krystallisirte Sandstein (ähnlich jenem von Fontainebleau); er findet sich bei Sievering in der marinen Sand-Bildung. Die Krystalle, — 2 R des Kalkspaths, sind zu Gruppen vereinigt. — Mergel treten besonders in der unteren Abtheilung auf; sie werden unter dem Namen „Schlier“ aufgeführt. Eine grosse Rolle spielen aber plastische Thone, die sog. Tegel. (Tegel plattdeutsch für Ziegel). Der Tegel ist von graulicher oder blauer Farbe, enthält feine Schuppen von Muscovit, Gyps-Krystalle so wie von Eisenkies, ferner kuchenförmige Septarien mit Pflanzen-Resten und Quarzsand, der auch einzelne Lagen bildet. Der Tegel tritt in grosser Verbreitung und noch grösserer Mächtigkeit auf, bis zu 600 F. Man unterscheidet geologisch verschiedene Tegel, nämlich: 1., einen marinen oder Badener Tegel; 2., einen halbbrackischen oder Hernalser Tegel und 3., einen brackischen oder Inzersdorfer Tegel. Ein chemischer Unterschied findet aber zwischen diesen Tegeln nicht statt wie **E. v. Sommaruga** gezeigt hat. Derselbe analysirte: I., Marinen Tegel von Baden; II. halbbrackischen Tegel von Ottakring und III. Süsswasser-Tegel von Inzersdorf.

	Mariner Tegel.	halb Brackischer T.	Brackischer T.
Kieselsäure	60,57	51,57	57,72
Schwefelsäure	0,652	0,842	0,842
Kohlensäure	2,89	3,95	5,54
Chlor	0,008	0,008	0,008
Thonerde	14,80	11,88	15,17
Eisenoxydul	8,47	8,01	8,77
Magnesia	0,45	0,24	0,58
Kalkerde	6,92	7,79	4,43
Kali	2,08	1,37	1,02
Natron	3,16	4,33	5,92
	100,00	100,00	100,00

*) Aus der reichhaltigen Literatur seien hier nur genannt: das Prachtwerk von **Hoernes**, die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien; **Ed. Süss:** der

Die Tegel sind demnach Gemenge von einem in Säuren unlöslichen Silicat, von Quarz, von Carbonaten der Kalkerde und Magnesia und von Gyps; die marinen und brackischen Tegel enthalten noch durch Säuren zersetzbares Kalk- und Eisenoxydul-Silicat, der Süsswasser-Tegel nur letzteres, aber Eisenoxydul-Carbonat. Beachtenswerth ist der nicht geringe Gehalt an Natron, weil die Zersetzungs-Producte krystallinischer Gesteine sonst vorwiegend Kali enthalten. — Kalkstein ist ebenfalls sehr verbreitet und wegen seines Auftretens am Leithagebirge auch unter dem Namen Leithakalk bekannt, hellgelb, dicht oder porös. Er enthält häufig organische Reste, ja besteht manchmal vorwiegend aus solchen, wonach man verschiedene Abänderungen unterscheidet. Der Leithakalk nimmt nicht selten Gerölle von Kalk auf und wird zu Conglomerat. Merkwürdig ist das bei Lauretta im Leitha-Gebirge vorkommende Conglomerat. Aus Korallen-Schutt bestehender Kalk enthält Geschiebe von zweierlei Kalk eines gelben und eines grauen; letztere sind hohl, d h. sie wurden durch einen Zersetzungs-Process so ausgehöhlt, dass nur noch eine Schale übrig blieb.

Gliederung.

Die verschiedenen Stufen des Wiener Beckens gliedern sich nach **Th. Fuchs** in folgender Weise.

4. Belveder-Stufe.
   b. Belveder-Schotter.
   a. Belveder-Sand.
   Der Belveder-Sand zeigt sich gewöhnlich von dem darüber liegenden Schotter durch eine scharfe, wellenförmige Linie abgeschnitten. Sie treten kuppenförmig auf den der Stadt zunächst gelegenen Höhen auf, am Belveder, erreichen ihre grösste Verbreitung auf den Höhen des Laaer- und Wiener Berges.

3. Congerien-Stufe.
   Congerien-Tegel oder Tegel von Inzersdorf; Sande und Gerölle der Congerien-Stufe. Sie bilden den obersten Theil der unter Wasser-Bedeckung abgelagerten Tertiär-Schichten.

2. Sarmatische Stufe*).

c) Muscheltegel oder oberer sarmatischer Tegel, enthält zuweilen Lagen oder Nester von Sand oder Geröllen und ist durch Reichthum an Muscheln ausgezeichnet; Mächtigkeit bedeutend: so z. B. am artesischen Brunnen auf dem Getraidemarkt etwa 50 Klafter.

Boden der Stadt Wien; **D. Stur**: zur Kenntniss der Flora der Süsswasserquarze, der Congerien- und Cerithien Schichten im Wiener und ungarischen Becken (Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt 1867) und **Theod. Fuchs:** Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung Wiens 1873. Dieselben wurden besonders im Nachfolgenden benutzt.

*) Der Name sarmatisch wurde von **Süss** gegeben und bezieht sich auf die grosse Verbreitung dieser Stufe. Ursprünglich wurden von **Herodot** die Bewohner der astrachanskischen Steppe am unteren Don bis in die Wolga-Gegenden *Σαυρομαται* genannt.

b) Cerithiensand oder sarmatischer Sand, gelber Sand mit einzelnen Geröllc-Lagen. Wasserreichste Schicht, besonders im Westen der Stadt verbreitet.

a) Rissoentegel oder Tegel von Hernals, mit eingeschalteten Sand- und Gerölle-Lagen.

1. Mediterrane Stufe*).

b) Sand von Pötzleinsdorf und Neudorf; Leithakalk, Tegel von Grinzing und Gainfahren, Tegel von Baden und Möllersdorf.

a) Schlier, Schichten von Eggenburg, Sande von Gauderndorf, Sand von Loibersdorf, Schicht von Molt.

Die Ablagerungen dieser Stufe treten hauptsächlich am Rande des Beckens auf, wo sie am Fusse des Grundgebirges bis zu 1200 F. Meereshöhe ansteigen.

Von den Versteinerungen.

Die das Wiener Becken erfüllenden Ablagerungen sind durch einen grossen Reichthum an organischen Resten ausgezeichnet, pflanzlichen wie thierischen. Unter den Meerespflanzen sind die zu den Algen gehörigen, sog. Nulliporen von grosser Bedeutung; ausserdem kommen viele Landpflanzen vor, Coniferen und namentlich Laubbäume. — Unter den Thieren treten besonders Foraminiferen in ausserordentlicher Menge auf, zumal Amphistegina. Von den Korallen sind es Bryozoen, die in Menge erscheinen, besonders Cellepora. Aus der Abtheilung der Mollusken finden sich nur wenige Brachiopoden und Cephalopoden, in grosser Menge aber Pelecypoden und Gastropoden; von jenen liefert besonders Congeria, von diesen die Gattungen Cerithium und Rissoa wichtige Leitfossilien. Gliederthiere sind repräsentirt durch Krebse, Wirbelthiere in Mannigfaltigkeit durch Fische, Schildkröten, namentlich aber Säugethiere, mit den merkwürdigen Walen und Pachydermen, unter ihnen besonders Mastodon.

Flora und besonders Fauna haben eine Veränderung erlitten. Die Meeresfauna zeigt einen dreimaligen Wechsel, die Landfauna hingegen nur einen zweimaligen.

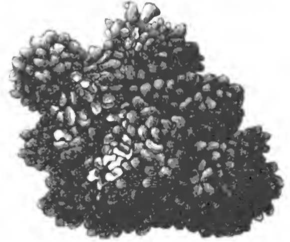
Im Nachfolgenden ist die paläontologische Schilderung der verschiedenen Stufen mit ihren wichtigsten Leitfossilien versucht.

---

*) Die Ablagerungen der Mediterran-Stufe entsprechen nach **Th. Fuchs** den Miocän-Ablagerungen des w. und s. Europa. **K. Mayer** gliedert (s. oben S. 358) die Schichten des Wiener Becken anders, parallelisirt an Leithakalk mit seinem Helvetian. Nach **Fuchs** entspricht die ältere mediterrane Stufe, die Schichten von Molt dem Helvetian.

1) Mediterrane Stufe.

Flora. Es sind Meerespflanzen, Kalk abscheidende Algen, die sog. Nulliporen, welche eine so grosse Bedeutung gewinnen, die Species *Lithothamnium ramosissimum* **Reuss.** Der Leithakalk oder Nulliporenkalk in seiner beträchtlichen Mächtigkeit besteht in der Hauptmasse daraus; die gewaltigen Kalkbrüche bei Möllersdorf, der Hauptbaustein Wiens, so dass — wie **Gümbel** bemerkt — Wien in Häusern aus Meeres-Algen wohnt. Die Nulliporen-Kalke umkränzen, Korallen-Riffen nicht unähnlich, die einzelnen Kuppen der Central-Kette; so z. B. das Leithagebirge, das Rosaliengebirge.


Lithothamnium ramosissimum.

Fauna. Eine ausgeprägt marine, ausgezeichnet durch Mannigfaltigkeit und Grösse der Species. Ihr gehört die Mehrzahl der aus dem Wiener Becken bekannte Resten an. Foraminiferen, Bryozoen, Pelecypoden und Gastropoden herrschen vor.

Als Fundorte trefflich erhaltener Fossilien sind besonders Pötzleinsdorf, Grinzing und Nussdorf bekannt. **Süss** hat bekanntlich auf die merkwürdige Thatsache aufmerksam gemacht, wie unter den Mollusken im Leithakalk dieSchalen der Kamm-Muscheln, Austern, der Anomien, Brachiopoden vollständig erhalten, während die der übrigen Pelecypoden und Gastropoden verschwundene, nur Steinkerne. Es erklärt sich dies dadurch, dass die Schalen der letztgenannten aus Aragonit bestehen, aufgelöst wurden und nur ihre Hohlräume zurückliessen, die der anderen, welche aus Kalkspath bestehen, sind erhalten geblieben. Die aus Aragonit bestehenden Schalen wurden durch die jedes Gestein durchsickernde Feuchtigkeit allmählig aufgelöst; ihre Masse ist in den Zwischenräumen des Gesteins als kohlensaurer Kalk wieder niedergelegt worden , hat das Bindemittel der ganzen Gesteins-Masse geliefert. Während die übrigen organischen Reste durch ihre Aufeinanderhäufung Massen bilden, fällt dem Aragonit die Rolle zu diese Massen zu binden. (Ein bemerkenswerthes Beispiel bieten die Genera Spondylus und Pinna; ihr Gehäuse besteht aus zwei über einander liegenden Schalen-Schichten von verschiedener Textur: die äussere (Kalk) ist stets wohl erhalten, die innere (Aragonit) eben vollständig verschwunden.)

1. Foraminiferen. Sowohl im Tegel, wie im Leithakalke in grosser Menge, allerdings meist nur in sehr kleinen, für das blosse Auge nicht erkennbaren Individuen. Aus der grossen Anzahl dürften folgende zu den häufigsten gehören: *Triloculina nitens* **d'Orb.**, *Quinqueloculina tenuis* **d'Orb.**, *Q. foeda*, *Sphaeroidina austriaca* **d'Orb.**; verschiedene Arten der Gattung *Bolivina*, wie *B. pyrula*, *B. elongata*, *B. aculeata* und *Buchana*; *Textilaria carinata* **d'Orb.**, *Globigerina triloba* **d'Orb.**, *Truncatulina lobatula*, *Discordina planorbis* und *complanata*, *Nonionina Soldani* **d'Orb.**, *Nodosaria Bouéana*, *Polystomella crispa*. Namentlich ist aber von grosser Verbreitung und für die Zusammensetzung des Leithakalkes wichtig: *Amphistegina Haueri* **d'Orb.** nebst *Heterostegina costata* **d'Orb.**, weil dieselben durch ihre Kleinheit der Zertrümmerung entgangen, neben Stängelchen von Lithothamnium und Bryozoen-Fragmenten durch weisse Kalk-

masse cämentirt, den „Amphisteginen-Kalk" bilden, der zumal bei St. Margarethen als Werkstein gewonnen wird.

2. Korallen Unter ihnen sind es die Bryozoen, die in zahlreichen Species im Leithakalk vorkommen, ganz besonders *Cellepora globularis* **Bronn**, aus deren Resten der „Celleporen-Kalk" (z. B. bei Steinabrunn) besteht. Auch *Cellepora tetragona* und *scripta* **Reuss**, *Retepora cellulosa* **Lam.**, *Eschara undulata* **Reuss**, *Pustulopora anomala* **Reuss** und *Idmonea pertusa* **Reuss** sind häufig.
3. Pelecypoden. Einige 100 Species. *Ostrea digitalina* **Eichw.** *Pecten elegans* **Andr.**, *Arca Turonica* **Duj.** und *A. diluvii* **Lam.** *Pectunculus pilosus* **Lin.**, *Venus umbonaria* **Lam.** *Venus fasciculata* **Reuss**, *Cytherea Pedemontana* **Ag.** *Lucina dentata* **Desh.** *Diplodonta rotundata* **Mont.**, *Cardita scalaris* **Sow.**, *C. Partschi* **Goldf.**
4. Gastropoden haben noch eine grössere Species-Zahl aufzuweisen, über 500. *Conus ventricosus* **Bronn**, *C. fuscocingulatus* **Bronn**, *Ancillaria glandiformis* **Lam.**, *Turritella bicarinata* **Eichw.**, *Monodonta angulata* **Eichw.**, *Chenopus pespelecani* **Phil.**, *Rissoa Lachesis* **Bast.**, *Rissoina decussata* **Mont.**, *Murex Sedgwicki* **Micht.**, *Ringicula buccinea* **Desh.**, *Buccinum semistriatum* **Brocch.**, *Pleurotoma asperulata* **Lam.**, *Cerithium vulgatum* **Brug.**, *C. minutum* **Serr.**, *C. scabrum* **Olivi**, *Natica millepunctata* **Lam.**
5. Crustaceen. *Balanus Holgeri* **Gein.**
6. Fische. *Lamna cuspidata* **Ag.** *Carcharias megalodon* **Ag.** (Hauptsächlich Zähne).
7. Säugethiere. *Halitherium.*

2) Sarmatische Stufe.

Flora. In der sarmatischen Stufe erscheint die erste Landflora. Der Tegel von Hernals und Breitensee sind Fundorte. Es kommen nach **Stur** besonders folgende Pflanzen vor: *Pinus Suessi* **Stur**, *Pinus tedaeformis* **Ung.**, *Sequoia Langsdorfi* **Brongn.**, *Alnus Kefersteinii* **Ung.**, *Quercus mediterranea* **Ung.**, *Q. Drymeja* **Ung.**, *Fagus castanaefolia* **Ung.**, *Castanea Kubinyi* **Kov.**, *Carpinus pyramidalis* **Goepp.**, *Planera Ungeri* **Ett.**, *Platanus accroides* **Goepp.**, *Populus latior subtruncata* **Heer** (bei Breitensee häufig), *P. balsamoides* **Goepp.**, *P. mutabilis ovalis* **Heer**, *Salix varians* **Goepp.**, *Laurus Swoszowicziana* **Ung.**, *Cinnamomum Scheuchzeri* **Heer**, *Rhamnus Rossmaesslerі* **Ung.**, *Iuglans acuminata* **Braun.**

Fauna. Im Gegensatze zu der mediterranen ist die sarmatische Fauna eine arme, einförmige; Foraminiferen und Bryozoen sind nur noch in geringer Anzahl vorhanden, unter den Mollusken alle grossen, verzierten Formen verschwunden, ebenso die Haifische. Bezeichnend sind die merkwürdigen Wale.

1. Foraminiferen. *Quinqueloculina Haueriana* und *Q. Ungeriana* **d'Orb.** *Polystomella rugosa, P. obtusa, P. crispa* und *P. aculeata* **d'Orb.** Am häufigsten ist wohl: *Nonionina granosa* **d'Orb.**
2. Pelecypoden. Sind fast ausschliesslich dieser Stufe eigenthümlich. *Tapes gregaria* **Partsch**, *Cardium plicatum* und *obsoletum* **Eichw.**, *Mactra podolica* **Eichw.**, *Solen subfragilis* **Eichw.**, *Donax lucida* **Eichw.**, *Ervillia podolica* **Eichw.**, *Syndosmia sarmatica* **Fuchs.**
3. Gastropoden. Hier sind besonders die Cerithien von Bedeutung. *Cerithium rubiginosum* **Eichw.**, *C. pictum* **Bast.**, *C. disjunctum* **Sow.**, *C. lignitarum* **Eichw.**, *C. spina* **Partsch.** *Rissoa angulata* **Eichw.** und *R. inflata* **Andr.** (in „Rissoem Tegel"). *Buccinum duplicatum* **Sow.** und *B. Verneuilli* **d'Orb.**

Columbella scripta **Bell.**, *Trochus Poppelacki* **Partsch**, *Tr. quadristriatus* **Desh.** und *Tr. pictus* **Eichw.** *Bulla Lajonkaireana* **Bast.**, *Paludina acuta* **Drap.**

3. Fische. *Caranx carangopsis* **Heck.**, *Scorpaenoptera siluridens* **Steind.** *Sphyraena viennensis* **Steind.** und *Clinus grandis* **Steind.**
4. Schildkröten. Die merkwürdige *Trionyx Vindobonensis* **Peters** aus dem Tegel.
5. Wale. *Cetotherium ambiguum* **Brandt.**

Erste Säugethier-Fauna hat die sarmatische mit der mediterranen Stufe gemein. *Mastodon tapiroides* **Blainv.**, *Dinotherium Cuvieri*, *Rhinoceros Schleiermacheri* **Kaup**, *Anchitherium Aurelianum* **Cuv.**, *Hyotherium Sömmeringi* **Mey.**; *Tapirus priscus*, *Listriodon splendens* **Mey.** u. a.

3) Congerien-Stufe.

Flora. Im Tegel von Inzersdorf, so wie in dessen Sandstein-Concretionen am Arsenale kommen Pflanzen vor. Es sind besonders folgende: *Phragmites oeningensis* **Braun**, *Glyptostrobus europaeus* **Braun**, *Pinus aequimontana* **Goepp.**, *Betula prisca* und *B. Brongniarti* **Ett.**, *Quercus Haidingeri* **Ett.**, *Carpinus grandis* **Ung.**, *Fagus castanaeefolia* **Ung.**, *Liquidambar europaeum* **Braun**, *Salix angusta* und *S. ocoteaefolia* **Ett.**, *Rhamnus Augustini* **Ett.**, *Iuglans vetusta* **Heer**, *Carya Ungeri* **Ett.** und *Myrtus austriaca* **Ett.** Die Flora der Congerien-Stufe ist gleichzeitig mit der zweiten Säugethier-Fauna des Wiener Beckens nach **Süss**, deren Repräsentant *Mastodon longirostris.*

Fauna. Zeigt schon die sarmatische Fauna die Spuren einer allmähligen Aussüssung des einstigen Meeresbeckens, so ist dies in der Congerien-Fauna noch weit mehr der Fall, die von typisch brackischem Character. Foraminiferen und Bryozoen sind nun völlig verschwunden. Cardien und Congerien erscheinen als die letzten marine Repräsentanten. So gering die Anzahl der Genera — bemerkt **Th. Fuchs** — so staunenswerth ist der Reichthum der Arten; es befinden sich darunter viele grosse Formen, welche dieser Fauna einen eigenthümlichen, fremdartigen, nahe zu tropischen Character verleihen. Fast alle Arten sind eigenthümlich.

Pelecypoden. Unter ihnen besonders die Congerien leitend, wonach die Stufe benannt. *Congeria subglobosa* und *C. triangularis* **Partsch**; *Cardium apertum* **Münst.**, *C. Carnuntinum* **Partsch**, *C. conjungens* **Partsch**, *Unio atavus* **Partsch.**

Gastropoden. *Melanopsis Martiniana* und *M. Bouéi* **Fér.**, *M. pygmaea* **Partsch**, *M. impressa* **Krauss**, *Valvata piscinalis* **Müll.**

4) Belveder-Stufe.

Flora. In den Sandstein-Concretionen des Sandes finden sich Abdrücke von: *Betula prisca* und *B. Brongniarti* **Ett.**, *Fagus Haidingeri* **Kor.**, *Carpinus grandis* **Ung.** und *Tilia vindobonensis* **Heer.** — Verkieselte Reste von *Thuioxylon juniperinum* **Ung.** kommen vor.

Fauna. Ausser den eingeschwemmten Schalen von Mollusken finden sich Knochen, Zähne u. s. w. von Säugethieren: es ist die zweite Säugethier-Fauna des Wiener Beckens, welche die Belveder- mit der Congerien-Stufe gemein und deren Hauptvertreter: *Mastodon longirostris* **Kaup**, *M. angustidens* **Cuv.**, *Dinotherium giganteum* **Kaup**, *Hippotherium gracile* **Kaup**, *Acerotherium incisivum* **Kaup.**

Bohnerz-Formation.

Unter diesem Namen begreift man bohnenförmige Körner von Brauneisenerz führende Ablagerungen.

Verbreitung. Besonders im südwestlichen Deutschland, in der Nordschweiz, in Frankreich. In Württemberg an und auf der schwäbischen Alb, am Heuberg bei Tuttlingen, Salmendingen, Frohnstetten; in Baden bei Kandern im Breisgau, im Höhgau, Umgebungen von Mösskirch, im Klettgau, am Randen; in der Schweiz in den Cantonen Schaffhausen, Aargau, Bern, Solothurn, Neufchatel im Gebiet des Jura, aber nie in bedeutenden Höhen der gehobenen Ketten. — Ferner in den Vogesen, Maas- und Mosel-Gegenden, Languedoc, Provence u. a. O.

Gesteine. Ein durch Eisenoxydhydrat gefärbter Thon, gelb, braun, roth, auch geflammt, ziemlich fest und fettig, zuweilen sandig, ist es in welchem die Erze liegen, sog. Bohnerz-Thon. Feiner Quarzsand, in der Schweiz unter dem Namen Huperde bekannt (wird zu Tiegeln benutzt) stellt sich zuweilen in Streifen oder Nestern im Thon ein.

Bohnerz, von Erbsen- bis Haselnuss-Grösse, von concentrisch-schaliger Structur (gleich den Sprudelsteinen); zuweilen auch mehrere Körner zu Knollen verkittet, sog. Stufferze. Die Bohnerze sind meist Kieselsäure, Thonerde haltig. Chem. Zus. des Bohnerzes von Schliengen bei Kandern nach **Schenk** und von Heudorf bei Mösskirch nach **Birnbaum**:

Bohnerz von	Kandern	Heudorf.
Kieselsäure	11,803	17,00
Phosphorsäure	—	1,08
Thonerde	7,472	4,50
Eisenoxyd	68,700	65,04
Wasser	11,532	12,23
	99,507	99,85

Zuweilen sind die Bohnerze Eisenkies-haltig, so dass dieselben unbrauchbar werden. Charakteristische Begleiter der Bohnerze sind besonders: Kugeljaspis, Gegend von Kandern, Aarau. Zwillings-Krystalle von Gyps, den Parisern ähnlich.

Lagerung. Den Bohnerzen sind zwei verschiedene Lagerungs-Weisen eigenthümlich: 1) Förmliche Decken bildend, flache Buchten, muldenförmige Vertiefungen erfüllend (sog. Lettenerze), manchmal eine Mächtigkeit von 100 F. und darüber erreichend. Ueber ihnen nehmen nicht selten andere jüngere tertiäre oder diluviale Gebilde ihre Stelle ein. 2) In Kesseln, Trichtern, Spalten (sog. Felsenerze). Die Mächtigkeit ist eine sehr verschiedene, wie es schon ihr Vorkommen mit sich bringt; 2, 6 bis 8, aber auch 15 bis 12 Fuss. In beiden Fällen bildet meistens Kalkstein der mesozoischen Formationen das Liegende der Bohnerze und ganz besonders ist es Kalk des Malm, in dessen Gebiet solche sich finden (Plattenkalk). Die Kalkwände innerhalb welcher die sog Felsenerze vorkommen sind in Berührung mit letzteren oft wie ausgewaschen, angenagt oder von Säure zerfressen.

Versteinerungen. Die meisten Bohnerz-Ablagerungen, die mächtigeren, sog. Lettenerze, enthalten keine organischen Reste, während mit den Felsenerzen solche zuweilen vorkommen. Jedoch gehört ein grosser Theil dieser Versteinerungen älteren,

den mesozoischen Formationen an; unter ihnen besonders Fossilien des Malm. Sie sind mit den Bohnerzen eingeschwemmt worden. Hingegen giebt es einige Localitäten, wo mit den Bohnerzen organische Reste auftreten, die mit jenen gleichalterig. Dieselben bestehen vorzugsweise aus Zähnen und Knochen höherer Thiere. Unter den Oertlichkeiten, die als Fundstätten besonders bekannt, sind zumal einige auf dem Plateau der schwäbischen Alp: Frohnstetten, Salmendingen, Tuttlingen zu nennen; Heudorf bei Mösskirch in Baden; in der Schweiz Delsberg, Egerkingen, Obergösgen, Saint Loup und Mauremont bei Lasarraz.

Bohnerz-Ablagerung von Frohnstetten. Eine beckenartige Vertiefung wird hier von Ablagerungen erfüllt, die aus Bohnerz, Thon, Gesteins-Fragmenten, Kies und fossilen Resten bestehen. Erze und Thon wechseln mit einander. Die untere Erzbank ist über 30, die obere 4 bis 16 F. mächtig; die Thonbank zwischen beiden 6 bis 10 F. Auf der Grenze der Thon- und Erzbank in 30 F. Tiefe finden sich Knochen und Zähne, meist gut erhalten, ohne Spur von Abrundung, oft von Brauneisenerz umhüllt. Sie gehören namentlich an: dem *Palaeotherium medium* **Cuv.**, *P. minus* **Cuv.**, *P. hippoides* **Lart.**, *Anoplotherium commune* **Cuv.**, nebst Raubthieren, worunter *Canis parisiensis* **Cuv.** Das Vorkommen der Paläotherien und Anoplotherien beweist, dass die Bohnerz-Ablagerung von Frohnstetten gleichen Alters mit dem Pariser Gyps, also oligocän ist. (Ligurische Stufe.)

Bohnerz-Ablagerung bei Obergösgen im Aargau, nach **C. Mösch.** Dieselbe füllt Spalten im weissen Jurakalk aus; die Bohnerze sind mit Knochen und Zähnen vermischt, die Knochen liegen horizontal. Die Decke bildet Quarzsand auf dem bolartiger Thon folgt. Die Reste gehören an: *Anoplotherium commune* **Cuv.**, *Palaeotherium magnum* **Cuv.** *P. medium* **Cuv.**, *P. crassum* **Cuv.**, *P. curtum* **Cuv.** Es sind besonders Zähne.

Bohnerz-Ablagerung bei Egerkingen. In weissem Bolartigem Thon zwischen Spalten von Jurakalk liegen zahlreiche organische Reste, unter denen *Palaeotherium crassum* und *curtum* **Cuv.**, *Anchitherium sideroliticum* **Rüt**; *Lophiodon tapiroides* **Cuv.**, *L. parisiensis* **Gerv.** *L. buchsovillanus* **Cuv.**, *L. medius* **Cuv.**, *Lophiodon Cartieri* **Rüt.** nnd andere Hufthiere, während von Raubthieren *Proviverra typica* **Rüt.**, *Cynodon helveticus* **Rüt.** nachgewiesen endlich sogar ein Quadrumane, *Caenopithecus lemuroides* **Rüt.** Die von den genannten Schweizer Oertlichkeiten bekannten Reste sind gut erhalten, so dass es wahrscheinlich, dass die Thiere in der Nähe gelebt haben. Aus der kohligen Hülle der Knochen und Zähne glaubt **Mösch** schliessen zu dürfen, dass sie als Leichen eingeschwemmt wurden.

Die Bohnerz-Ablagerungen auf der Alb, in der Schweiz, im Breisgau, Klettgau in Baden gehören dem Oligocan an. Wo dies nicht durch die organischen Reste bewiesen, ist es durch die Lagerungs-Verhältnisse, wie in den beiden letztgenannten Gebieten. Die Bohnerze bei Kandern, welche auf Korallenkalk liegen, werden von Gesteinen bedeckt die dem oberen Meeressand des Pariser Beckens entsprechen. Die dem Klettgauer Malm aufruhende Bohnerz-Bildung wird von der unteren Süsswasser-Molasse*) überlagert.

Bohnerz-Ablagerung von Heudorf bei Mösskirch. Diese, durch Reichthum an organische Reste ausgezeichnet, gehört einer späteren Periode an, wie Lagerungs- und paläontologische Verhältnisse beweisen. Sie nimmt auf Jura-Nagelflue

*) Siehe oben S. 384.

ihre Stelle ein und enthält — ausser jurassischen Versteinerungen — Reste, welche der ersten und zweiten Säugethier-Zone angehören, sich daher auf secundärer Lagerstätte befinden. **Zittel** und **Vogelgesang** geben ein vollständiges Verzeichniss der Vorkommnisse. Als die häufigsten sind zu nennen: *Rhinoceros incisivus* **Cuv.**, Knochen und Zähne in grosser Menge; *R. minutus* und *Goldfussii* **Cuv.** Dann *Palaeomeryx Scheuchzeri* **v. Mey.**, *Cervus lunatus* **v. Mey.** Weniger häufig sind: *Mastodon angustidens* **Cuv.**, *Palaeotherium medium* **Cuv.** Zähne von Krokodilen und Fischen nicht selten (besonders von *Lamna denticulata* **Ag.**) Steinkerne von *Paludina varicosa* **Bronn**, in Brauneisenerz umgewandelt, finden sich in grosser Anzahl. Die Zähne der Säugethiere sind gut erhalten, nicht weniger aber die jurassischen Versteinerungen, wie Stielglieder von *Pentacrinus, Apiocrinus,* welche keine Abrollung wahrnehmen lassen. Die Lagerstätte von Heudorf ist miocän.

Entstehungs-Weise der Bohnerze. Die ganze Art des Vorkommens der Bohnerze, so wie deren eigenthümliche Structur deutet darauf hin: dass solche Absätze von Mineral-Quellen sind, wie wir sie noch heutzutage aus dem Erdinnern hervortreten sehen, z. B. bei Karlsbad.

Es waren wohl vorzugsweise warme, gasreiche Quellen, kohlensaures Eisenoxydul und andere Stoffe enthaltend, welche die Bohnerze absetzten. Zwischen Schichten der Erdrinde, durch Klüfte und Spalten emporsteigend, ergossen sie sich namentlich in Süsswasser-Seen, wo Giessbäche zusammenflossen, die Thon, Schlamm mit sich führten. Aber nicht allein im Grunde der Seen, auch in der Nähe der Ausbruchs-Stellen der Quellen, in den Spalten durch welche sie zu Tage traten lagerte sich das Erz ab, dessen schalige Structur durch eine drehende, wirbelnde Bewegung der Wasser bedingt ward. Das kohlensaure Eisenoxydul wandelte sich nach seinem Absatz in Eisenoxydhydrat um.

Subapeninnen-Formation.

So nennt man die Gebilde, welche das wellenförmige Hügelland an den Gehängen der Apenninen zusammensetzen. Dieselben sind besonders in Piemont in den Umgebungen von Asti entwickelt — daher astische Stufe — in Parma, in den Umgebungen von Castell arquato.

Gesteine.

Vorwaltend sind Mergel und Sande. Braunkohlen kommen mehrfach vor.

Mergel, von blaulicher oder grauer Farbe, kalkig und reichlich feinen Quarzsand nebst Muscovit-Schuppen enthaltend. Gyps in Krystallen ist sehr häufig in demselben. In dem Mergel treten aber auch bedeutendere Einlagerungen von Gyps auf, ebenso von Braunkohle. — Sand, hellfarbig, gelblich von feinerem oder groberem Korn, meist glimmerig und kalkig. Nicht selten Knollen oder Lagen von Sandstein umschliessend. Sandsteine kommen aber auch in grösseren Partien vor und sind unter dem Namen Panchina bekannt. Ferner finden sich eigenthümliche, eisenschüssige Conglomerate, sog. Sansino, Kalk-Fragmente durch kalkigen Sand verkittet.

Gliederung. Die Mergel bilden gewöhnlich die untere oft ansehnliche Mächtigkeit (zwischen 1000 bis 2000 F.) betragende **Abtheilung**, die **Sande** die **obere**.

Von den Versteinerungen.

Von Pflanzen finden sich besonders Coniferen oder Laubbäume, während die Thiere hauptsächlich durch Mollusken vertreten werden und zwar Pelecypoden und Gastropoden.

Pflanzen. Fundorte sind besonders Val d'Arno und Montajone. Zu den wichtigeren gehören: *Taxodium dubium* **Sternb.**, *Glyptostrobus europaeus* **Heer**, *Betula denticulata* **Goepp.**, *B. Brongniarti* **Ett.**, *Alnus Kefersteinii* **Goepp.**, *Quercus Drymeia* **Ung.**, *Q. mediterranea* **Ung.**, *Ulmus Bronnii* **Ung.**, *Platanus aceroides* **Goepp.**, *Liquidambar europaeum* **Braun**, *Salix varians* **Goepp.**, *Laurus princeps* **Heer**, *Cinnamomum Scheuchzeri* **Heer**, *Iuglans acuminata* **Braun.**

Brachiopoden. *Terebratula ampulla* **Brocch.**

Pelecypoden. *Ostrea edulis* **Lin.** *Pecten opercularis* **Lam.**, und *P. maximus* **Lam.** *Mytilus barbatus* **Lin.** *Lithodomus lithophagus* **Lin.** *Pectunculus pilosus* **Lin.** *Arca Noae* **Lin.** *Cardium papillosum* **Pol.** *Venus chione* **Lin.** *Tapes rotundata* **Lin.** *Corbula gibba* **Oliv.** *Panopaea Menardi* **Desh.** *Clavagella Brocchii* **Lam.** (Die Schalen dieser Muschel sind an die ausgeschiedene Kalkröhren angewachsen, welche so häufig in dem subapenninischen Sande stecken.)

Gastropoden. *Vermetus intortus* **Lam.** *Dentalium elephantinum* **Lin.** *Capulus hungaricus* **Lin.** *Trochus patulus* **Brocch.** *Cerithium tricinctum* **Brocch.** *Fissurella graeca* **Lam.** *Buccinum mutabile* **Lin.** *Murex brandaris* **Lin.** *Cypraea europaea* **Mont.** *Conus antediluvianus* **Brug.** und *C. pelagicus* **Brocch.**

Sicilianische Pliocän-Formation.

Verbreitung. Durch einen grossen Theil von Sicilien, besonders in den Küsten-Gegenden.

Gesteine. Hellfarbige Kalksteine, theils dicht, theils erdig, kreide-artig (Kalkstein von Syrakus); durch Aufnahme von Sand in kalkige Sandsteine übergehend Mergel und Thone, oft in beträchtlicher Mächtigkeit. Conglomerate verschiedener Art, kalkige Sand-Ablagerungen. — Nirgends in Europa treten pliocäne Gebilde in solcher Ausdehnung auf; bei Castrogiovanni steigen sie zu 3000 F. Meereshöhe an. Der Geolog, welcher gewohnt ist, die pliocänen Ablagerungen des nördlichen Europa in Niederungen abgesetzt, als loses Material zu sehen, wird — sagt **Lyell** — überrascht, so feste und mächtige Kalke, die an den Pariser Grobkalk erinnern, zu sehen. Es lassen sich im Allgemeinen zwei Abtheilungen, eine obere kalkige und eine untere, thonige unterscheiden, die eine Mächtigkeit bis zu 800 F. erreichen.

Organische Reste finden sich in grosser Menge und im verschiedensten Stadium der Erhaltung: bald noch ihre Farben zeigend, bald als Steinkerne. Ein nicht geringer Theil der Mollusken-Species wird heute noch lebend im Meere getroffen. Dahin gehört eine der häufigsten und durch ihre Grösse auffallenden Muscheln: *Pecten Jacobaeus* **Lin.**, von Gastropoden z. B. *Natica millepunctata* **Lam.**

Palagonit-Tuffe. Unter ähnlichen Verhältnissen, wie in der Nummuliten-Formation des Veronesischen erscheinen in der sicilianischen Pliocän-Formation im Val di Noto, bei Palagonia, Militello u. a. O. Basalte von basaltischen Tuffen, sog.

Palagonit-Tuffen*) begleitet; wie dort wechsellagern sie mit Kalk- und Mergel-Schichten. Sehr ausgezeichnet ist das Vorkommen solcher Tuffe bei Militello, im Fondo di Gallo, weil dieselben hier viele tertiäre Conchylien umschliessen, Die Gehäuse von etwa 100 Mollusken sind zum Theil so gut erhalten, als ob sie eben erst den Wogen des Meeres entnommen worden waren und den schönsten Perlmutterglanz, die Farbe bewahrt haben. Die unzähligen von Muscheln und Schnecken verkittet der Tuff; er dringt sogar in die innersten Windungen der Schnecken auf die Art ein, dass man vollständige Steinkerne herausschlagen kann.

Crag-Formationen in England.

Crag ist in England eine provinzielle Benennung für Muschelsand der vielfach zur Verbesserung des Bodens benutzt wird.

Man unterscheidet verschiedene Stufen:**)

3) Norwich-Crag oder fluviomariner Crag.
In den Umgebungen von Norwich verbreitet, auf beiden Ufern der Yare, bei Thorpe und Bramerton.
Es ist ein kalkiger Sand, welcher in Menge organische Reste enthält und zwar ein sonderbares Gemenge von Conchylien: Bewohner des Meeres, des süssen Wassers und des Landes, so wie von Fischen und Säugethieren. Dieser Crag bildet höchstens 20 F. mächtige Ablagerungen auf Kreide, die einst auf dem Boden des Meeres an der Mündung eines Flusses abgesetzt wurden. Die Süsswasser-Muscheln gehören noch lebenden Species an; von den 124 Meeres-Muscheln sind etwa 18 Proc. ausgestorbene. Als besonders bezeichnende Arten dürften gelten: *Nucula Cobboldiae* **Sow.**, *Tellina obliqua* **Goldf.**, *Cardium edule* **Brocch.**, *Turritella communis* **Riss.** *Cyprina islandica* **Lin.**, *Littorina littorea* **Lin.** Unter den Säugethieren *Mastodon arvernensis* **Chr.** und *Elephas meridionalis* **Nest.**

2) Suffolk-Crag oder rother Crag.
In den Grafschaften Suffolk und Essex besonders entwickelt.
Ein durch Eisenocker stark rostgelb oder rothbraun gefärbter quarziger Sand, der oft eine nicht unbedeutende Mächtigkeit erlangt, 25 bis 45 F. Er enthält ebenfalls eine Menge organischer Reste, zumal Conchylien, von welchen aber ein Theil als ältere, eingeschwemmte zu betrachten. Die Zahl der nicht eingeschwemmten Mollusken beträgt etwa 256 Species, worunter 65 ausgestorbene. Unter den dem rothen Crag eigenthümlichen Conchylien verdienen besonders Erwähnung *Purpura tetragona* **Sow.**, *Voluta Lamberti* **Sow.** *Trophon (Fusus) antiquum* **Mill.**
Ray Lankester hat darauf aufmerksam gemacht, dass man im rothen Crag die Vertreter von neun verschiedenen Faunen beisammen findet: Fossilien aus Grünsand, Kreide und verschiedenen Stufen des Tertiärs. An der Basis des rothen Crag erscheint zuweilen eine lose Ablagerung mit braunen Phosphat-Knollen 6—18", seltener mehrere Fuss mächtig.

---

*) S. oben S. 127.

) **Lyell: Elements of geology. (1871). pg. 169 ff.

1) Coralliner oder weisser Crag.
Von beschränkter Verbeitung zwischen den Flüssen Alde und Stour in Suffolk. Ein weisses, mergeliges und kalkiges Gestein, oft aus kleinen Bryozoen- und Conchylien-Resten bestehend und in weiche Mergelkalke übergehend, die bei Sudbourn und Gedgrave unfern Orford gewonnen werden. Die Mächtigkeit des weissen Crag steigt selten über 30. F. Er tritt manchmal mit dem rothen Crag im nämlichen Gebiet auf und zwar unter demselben.
Die Anzahl der organischen Reste im weissen Crag ist bedeutend und die palaeontologischen Verhältnisse sind recht merkwürdig. So z. B. das Vorkommen eines Echiniden, *Temnechinus excavatus* **Forb.** bei Ramsholt. Die Zahl der Bryozoen-Species beläuft sich auf 130, mit mehreren ausgestorbenen, wie *Fascicularia aurantium* **Edw.** Die Zahl der Mollusken beträgt 350 Species, darunter 110 ausgestorbene. Bemerkenswerth ist das Vorkommen einer Brachiopode *Lingula Dumortieri* **Nyst.** bei Sutton (Noch lebend in wärmeren Gebieten). *Astarte Omalii* **Laj.** und *Pyrula reticulata* **Lam.** sind nicht selten.
Die verschiedenen Stufen der Crag-Formation werden von **Lyell** in die pliocäne Formation gestellt, während **K. Mayer** nur den mittlen oder rothen Crag ins Pliocän, seine astische Stufe stellt, den corallinen aber ins oberste Miocän, Messinische Stufe und den Crag von Norwich in seine saharische Stufe, d. h. diluvial.

Schwefel- und Steinsalz-Lager in den Tertiär-Formationen.

Schwefel-Lager in Sicilien*). Die Schwefel führenden Schichten Siciliens gehören dem Miocän an. Ueber einen beträchtlichen Theil der Insel ist die Schwefel-Formation verbreitet, indem sie sich von Gibellina in der Prov. Trapani im W. bis Centuripe (Prov. Catania) im O., und vom s. Fusse des Madonie- und Nebrodi-Gebirges durch die ganze Insel-Mitte bis ans afrikanische Meer erstreckt. Die grösste Länge dieses Schwefel-Gebietes von O. bis W. beträgt bis zu 170 Kilom., die grösste Breite 85 bis 90 Kilom. — Die Schwefel-Gruben von Roccalmuto gehören zu den besonders reichen. Die Schichten-Reihe am Höhenzug Cannatone ist hier folgende:

f) Feinerdige, kalkige Mergel.
e) Compacte Gyps-Bänke, bis 60 F. mächtig.
d) Schwefel führende Kalke und Mergel.
c) Feinerdige kalkige Mergel.
b) Weisse Infusorien-Mergel und Polirschiefer mit zahlreichen Fisch-Resten.
a) Löcheriger Kalkstein.

Die Schwefel-Gruben von Roccalmuto, besonders Cimicia, liefern die schönsten Schwefel-Krystalle. (Auch die merkwürdigen Zwillinge nach P∞). — Die Schwefel-Gruben von Grotte gehören zu den ergiebigsten. Hier zeigt sich eine ähnliche Schichten-Folge; die Schwefel führenden Schichten werden ebenfalls von colossalen Gyps-Massen bedeckt, diese von Foraminiferen-Mergel. Sämmtliche Schichten gehören nach **Mottura** dem Miocän an. Die Polirschiefer enthalten ebenfalls Fische, zumal *Lebias crapicandus*. Ihr Vorkommen in den Schwefel-Mergeln liefert aber den Beweiss: dass die Schwefel führenden Schichten eine Süsswasser-Bildung. —

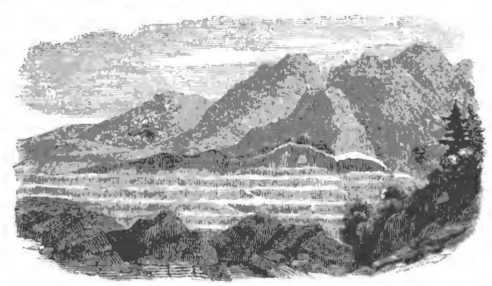
*) Vergl. „Ein Ausflug nach den Schwefelgruben von Girgenti", von **G. vom Rath,** im Jahrb. f. Min. 1873, S. 584 ff.

Die Zahl der sicilianischen Schwefel-Gruben beträgt etwa 600, von denen aber nur etliche 50 von Bedeutung. Die meisten liegen in Gruppen besammen; so namentlich jene der Prov. Girgenti: Roccalmuto, Grotte, Cattolica. Die Schwefel-Lagerstätten sind gewöhnlich nicht von grosser Ausdehnung. Derselbe bildet eine Imprägnation der Mergel- und Kalk-Schichten, in unregelmässigen Schnüren erscheinend, oder mit letztern in 1 bis 2 Mm. mächtigen Streifen wechselnd, oder in 1 bis 8 Ctm. Knollen vorkommend. Die Krystalle des Schwefels kommen stets in Drusen vor; ihre Hauptbegleiter sind Kalkspath und Cölestein. Bei Roccalmuto umschliessen die schwefelführenden Schichten auch fossile Hölzer, Stämme von bis 30 Ctm. Dicke. — Die Mächtigkeit der Schwefel-Lagerstätten ist sehr verschieden und schwankt zwischen 1 M. und 35 M. Wo die Mächtigkeit bedeutend ist die Lagerstätte durch taube Zwischenmittel in mehrere Abtheilungen geschieden.

Schwefel-Lager in Galizien. Die Tertiär-Formation, welcher das Schwefel- und Gyps-Vorkommen von Szwoszowice in Galizien angehört bildet, nach **K. v. Hauer,** eine $^1/_2$ Meile breite Zunge zwischen Karpathen-Sandstein und Jurakalk. Die schwefelführende Region ist an eine von Gyps durchzogene Mergelschicht gebunden, deren Mächtigkeit bis zu 16 Klafter wächst. Der Schwefel tritt in linsenförmigen Concretionen auf, besonders im untern und obersten Theil. In den Drusenräumen der Mergelflötze kommen die schönen Schwefel-Krystalle vor, begleitet von Kalkspath und Baryt. Die Art des Vorkommens zeigt, nach **V. v. Zepharovich,** dass nach Ablagerung der Mergelflötze mit den Schwefel-Concretionen durch theilweise Auflösung des derben Schwefel Hohlräume entstanden, in denen sich die Schwefel-Krystalle mit ihren Begleitern bildeten. Das Schwefel-Lager von Szwoszowice gewinnt noch besondere Interesse durch das Vorkommen fossiler Pflanzen in den Mergelschiefern. **Stur,** welcher neuerdings die Flora von Szwoszowice beschrieb, glaubt dass sie etwas älter sei als die sarmatische Stufe. Es finden sich hier unter andern *Sequoia Langsdorfii* **Brongn.,** *Alnus Kefersteinii* **Ung.,** *Quercus nereifolia* **Braun,** *Q. grandidentata* **Ung.,** *Castanea Kubinyi* **Kov.** *Carpinus grandis* **Ung.,** *C. pyramidalis* **Goepp.,** *Planera Ungeri* **Ett.,** *Ulmus parvifolia* **Braun,** *Populus glandulifera* **Heer,** *Laurus Szwoszowiciana* **Ung.,** *Cinnamomum lanceolatum, C. Rossmässleri* **Ung.,** *C. polymorphum* **Braun,** *Rhamnus Gaudini* **Heer,** *R. Rossmässleri* **Ung.,** *Iuglans deformis* **Ung.,** *Prunus Zeuschneri* **Ung.** *Carya Ungeri* **Ett.** Darunter also mehrere Pflanzen, die auch in der sarmatischen Stufe des Wiener Beckens vorkommen.

Steinsalz-Lager in Spanien. Nach **Verneuil** gehören die Lager von Steinsalz in Spanién dem Eocän an. Eine der merkwürdigsten Steinsalz-Bildungen ist jene von Cardona in Catalonien in Spanien; denn das Steinsalz geht hier — während es sonst allenthalben dem Schoose der Erde eingelagert — in beträchtlichen Felsmassen zu Tage. Einem fremdartigen Auswuchse gleich (so heisst es in einer Schilderung jener Gegend), nach mehreren Seiten von steilen Gehängen begrenzt, steigt der ungeheuere Hügel etwa 300 Fuss über den Cardonero empor; die beinahe ganz aus reinem Steinsalz bestehende Oberfläche begreift einen Raum von etwa 132,012 Quadratruthen. Das Vereinzelte dieses gewaltigen Salz-Gebildes verleiht ihm noch mehr Bedeutung. Fast gänzliches Entblösstsein von allem Pflanzen-Wachsthum, eckige, spitzige Massen mit scharfen Kämmen geben dem Ganzen einen gewissen alpinischen Character. Dazu das Lebhafte rother und weisser Salz-Pyramiden und Hörner, untermengt mit vollkommen wasserklaren Partien in auffallendem Contraste mit den grauen und braunen Nüancen des umlagernden Bodens. Es ist dies eine der merkwürdigsten Seltenheiten Spaniens, in des Volkes Augen ein wahres Wunder.

Steinsalzlager in Sicilien. Steinsalz ist in Sicilien sehr verbreitet, von Nicosia und Sperlinga in N. O. bis in Cattolica im S. W. Aehnlich wie Schwefel (wie oben bemerkt) bildet das Steinsalz, von Thon und Gyps begleitet, getrennte Partien. Die bedeutendsten finden sich bei Roccalmuto, Castrogiovanni. Die salzführenden Schichten, die marinen Gebilde liegen stets unter der Schwefel-Formation, den Süsswasser-Gebilden. Was das Alter der Steinsalzlager von Sicilien betrifft, so werden sie von Einigen dem oberen Eocän, von Anderen dem Miocän zugerechnet. — Die Steinsalzlager in Toscana und Calabrien gehören ebenfalls der Tertiär-Formation an.



Steinsalzberg von Cardona.

Steinsalzlager in Siebenbürgen und Galizien. Dieselben gehören dem Miocän an, wohl eine der grossartigsten Steinsalz-Formationen die es gibt, aus Steinsalz, Salzthon, Mergel, Gyps und Anhydrit bestehend. Kolossale Massen bildet das Steinsalz in Siebenbürgen, besonders bei Parayd und Szovata. Am südlichen Abfalle der Karpathen, zumal durch das Comitat von Marmarosch, erstrecken sich ausgedehnte Salz-Ablagerungen: am nördlichen Gehänge der Karpathen bei Bochnia und Wiliczka ebenfalls.

Das Steinsalz-Lager von Wieliczka in Galizien gehört nicht allein zu den mächtigsten sondern auch zu den merkwürdigsten die es gibt. Es besteht aus einem gewaltigen System von Salz, Mergel, Thon, Anhydrit und Gyps. Man unterscheidet verschiedene Salz-Abänderungen. In der obersten Abtheilung der Lagerstätte erscheint, durch Thon und Anhydrit-Schichten getrennt, von Gyps-Partien begleitet das Grünsalz, in grobkörnigen, mit Thon gemengten Massen. Die mittlere Abtheilung wird von dem Spisasalz oder Anhydritsalz gebildet: feinkörnig, dunkelgrau, Anhydrit und Mergel streifenweise vertheilt, auch organische Reste enthaltend. Die unterste Abtheilung besteht aus dem Szybiker-Salz, in beträchtlichen Lagern, grobkörnig, hellgrau, aber durch die meisten Beimengungen verunreinigt. — Wie das Steinsalz-Lager von Stassfurt besonders in chemischer Beziehung von grossem Interesse, so ist es das von Wieliczka in geologischer: durch die in demselben reichlich vorkommenden organischen Reste, welche sowohl über die Bildungs-Weise als auch über das Alter der Salzlagerstätte Schlüsse gestatten. Die organischen Reste — Pflanzen und Thiere — finden sich sowohl in dem Steinsalz als in den Salzthonen, aber niemals im Gyps.

Planzen. Bereits vor zwanzig Jahren hat **Unger** auf die in das Salzlager eingeschwemmten Pflanzen-Reste aufmerksam gemacht und gezeigt, wie solche im frischen Zustande in das salzhaltige Wasser gelangt, und noch ehe sie gänzlich vom Salz durchdrungen, von der krystallinischen Salzmasse umschlossen und später in Braunkohlen-Substanz umgewandelt worden. Es finden sich nämlich die Pflanzen fast ausschliesslich im Steinsalz (Spiza-Salz), sehr selten im Salzthon. — Neuerdings hat nun **D. Stur** die Pflanzen von Wieliczka beschrieben*). Es sind zumal folgende: *Raphia Ungeri* **Stur** (früher *Quercus limnophila* **Ung.**), *Pinus salinarum* **Partsch,** *P. polonica* und *P. Russeggeri* **Stur,** *Pinites wieliczkensis* **Goepp.,** *Taxoxylon Goepperti* **Ung.,** *Fegonium salinarum* **Ung.,** *Liquidambar europaeum* **Braun.** *Pavia (Castanea) salinarum* **Ung.,** *Carya, ventricosa* **Brongn.,** *C. salinarum* **Sternb.** Es besteht die Flora des Salzstockes von Wieliczka vorwaltend aus Föhren-Zapfen, Carya-Nüssen, Trümmern von Birken- und Buchholz. Sowohl die Zapfen, als die Nüsse sind, wie **Stur** bemerkt, zur Zeit ihrer Herbstreife von Eichhörnchen bearbeitet worden, die in damaligen Föhrenwäldern an den Karpathen lebten. Der Kern der Palmenfrucht (Raphia) ist wohl aus weiterer Ferne hergeschwemmt. Auffallend ist das gänzliche Fehlen von Nadeln der Föhren, von Blättern in der Salzmasse. **Stur** glaubt in der Jahreszeit die Erklärung zu finden. „Im Frühjahr, zur Zeit als am Waldboden den Winter hindurch die Blätter durch herrschende Feuchtigkeit und in Folge davon eingeleiteter Verwesung nicht mehr transportabel waren, wurden bei steigendem Wasserstand der Bäche und Flüsse die Zapfen, Nüsse und Holztrümmer flott gemacht und hinausgetragen in die nahe Seebucht, wo sie ihr Grab fanden.“

Thiere. Obwohl allerdings das Vorkommen thierischer Reste im Steinsalz vor mehr denn 30 Jahren bekannt war, haben solche erst in letzter Zeit eine genaue Schilderung erfahren. Es ist eines der vielen Verdienste von **A. v. Reuss** die fossile Fauna von Wieliczka beschrieben zu haben, deren Untersuchung diesen trefflichen Forscher seit 1848 beschäftigt.**) Die Hauptergebnisse sind folgende. Die Zahl der fossilen Thier-Species beläuft sich auf 274. Es hatte deren Bestimmung mit bedeutenden Schwierigkeiten zu kämpfen: sowohl wegen ihrer Kleinheit, als schlechten Erhaltung. Die Foraminiferen sind am zahlreichsten, mit 150 Species und am besten erhalten; 114 derselben kommen auch im Wiener Becken vor. Zu den, besonders im Salzthon häufigen gehören *Clavulina communis* **d'Orb.,** *Plecanium Mariae* **d'Orb.,** *Nodosaria Adolphina* **d'Orb.,** *Bullenia bulloides* **d'Orb.** (im Steinsalz); *Sphaeroidina austriaca* **d'Orb.,** *Bulimina Buchana* **d'Orb.** im Steinsalz und Salzthon gemein, — Bryozoen kommen 23 Species vor, davon 18 im Wiener Becken. Am häufigsten ist *Salicornaria marginata* **Goldf.** im Steinsalz. — Pelecypoden finden sich 26 Species. *Cultellus papyraceus* **Reuss** im Salzthon sehr häufig. *Modiola Hoernesi* **Reuss** noch häufiger, im Salzthon. — Gastropoden mit 41 Species (31 davon im Wiener Becken). *Turbonilla pusilla* **Phil.** im Salzthon zahlreich. — Crustaceen. Mit 28 Species; *Bairdia crystallina* **Reuss** ist häufig im Salzthon; *Cythere carinella* **Reuss,** häufig im Salzthon, die grösste Ostracode bei Wieliczka. Die Steinsalzlagerstätte gehört dem unteren Miocän an. Abgesehen

*) Verhandl. d. geolog. Reichsanstalt. 1873, Nr. 1.

**) Die fossile Fauna der Steinsalz-Ablagerung von Wieliczka in Galizien. (Sitzungsber. d. k. Akad. der Wissensch. LV, 1867).

von der Bestimmung des geologischen Alters gewährt, wie **v. Reuss** hervorhebt, das Vorkommen organischer Reste in dem Steinsalz-Lager noch Aufschlüsse über die Bildungs-Weise. Die Gegenwart zahlreicher Meeres-Bewohner wird nur durch die Annahme erklärlich, dass das Salz sammt den begleitenden Substanzen im Meereswasser gelöst war und aus diesem, gleich den organischen Resten abgesetzt wurde. Es erscheint als ein, nach dem Verdunsten des Wassers übrig gebliebenes Residuum. Das Vorkommen organischer Reste in sehr verschiedenem Niveau lässt auf wiederholte Wasserzufuhr schliessen, die stets neue, dasselbe bewohnende Thiere den abgeschlossenen Becken zuführte. Auch der wiederholte Wechsel von Salzthon mit reinem Steinsalz deutet darauf hin, wie jedes neue Eindringen der Meeresfluthen eine beträchtliche Menge suspendirter Schlammtheile mit sich brachte. Der Gyps, der keine Versteinerungen enthält, wurde abgesetzt bevor das Meerwasser eine dem organischen Leben verderbliche Zufuhr des Salzgesaltes erfahren hatte. Die rothe Farbe manches Steinsalzes rührt, wie **v. Reuss** sich überzeugte, nicht von Infusorien, sondern von Rotheisenocker her. — Die Steinsalz-Lagerstätte von Wieliczka, welcher früher (vor dem verhängnissvollen Wassersturz) jährlich über eine Million Ctr. Steinsalz förderte, wurde 1250 durch einen Hirten Namens **Wielicz** entdeckt; 1772 kam das Werk an Oesterreich.

II. Quartäre Formationen.

Die quartären Formationen werden auch als postpliocäne oder pleistocäne bezeichnet. Man versteht darunter eigentlich alle jene Ablagerungen, deren Absatz nach dem Schluss der tertiären und vor Beginn der gegenwärtigen Periode statt gefunden hat. Zum Unterschied von letzterer pflegt man die quartären Bildungen auch als Diluvial-Formation, die gegenwärtigen oder recenten als Alluvial-Formation zu bezeichnen.

Bei dem Versuche, eine schärfere Grenze zwischen beiden Formationen zu ziehen stösst man — in geologischer wie in paläontologischer Beziehung — auf nicht geringe Schwierigkeiten, wie sich aus dem Nachfolgenden ergeben wird.

Der Name Diluvium ist allerdings kein sehr geeigneter, indem er auf Ansichten hinleitet, die mit dem gegenwärtigen Standpunkt des Wissens unverträglich; denn jene Ablagerungen sind keineswegs das Resultat einer gewaltigen Fluth die einst Alles vernichtend über die Erde hereinbrach.

Die Quartär-Formationen oder das Diluvium bestehen aus Ablagerungen von Gruss, Sand, Schutt, Geröllen, aus Lehm und Thon, aus Conglomeraten, vorzugsweise Ebenen und Thäler erfüllend, aber auch in grossen Höhen erscheinend, sind sie bald nur wenige Fuss, bald aber auch viele hundert Fuss mächtig. Diese oft bedeutende Mächtigkeit der quartären Bildungen hat man als einen Hauptunterschied von den recenten hervorgehoben auf die Annahme gestützt, dass so beträchtliche Ablagerungen das Werk anderer Kräfte sein müssten, als die jetzt thätigen. Dies ist aber nicht der Fall. Es sind zum grossen Theil noch die nämlichen Kräfte nur mit dem Unterschied: dass die Ablagerungen, welche sich unter unseren Augen bilden, sehr gering erscheinen gegen jene, die sich seit Jahrtausenden anhäuften. Einer der Hauptfactoren, welcher in der Diluvial-Formation eine hervorragende Rolle spielte, war das Eis. Während einer langen Dauer in der Diluvial-

Periode war, in Folge einer nach dem Schluss der Tertiärzeit eingetretenen Kälte ein grosser Theil der nördlichen Halbkugel von gewaltigen Eismassen bedeckt, wesshalb man eben jene Periode auch die Eiszeit nennt. In Europa waren namentlich Norwegen, Schweden, Finnland, England und Schottland, die Alpen von Gletschern bedeckt. Zu der nämlichen Zeit fand eine Senkung eines grossen Theiles von Nordeuropa unter den Meeresspiegel statt, es bildete Norddeutschland eine ausgedehnte, mit dem Eismeer zusammenhängende Wasserfläche. Zweimal drang dieses Meer bis an das deutsche Mittelgebirge vor, um dann wieder zu sinken, ebenso wie in den Alpen die Gletscher zweimal vordrangen, um sich dann wieder zurückzuziehen. In jener Eiszeit oder glacialen Periode wurden aus Skandinavien und Finnland durch Gletscher und Eisberge gewaltige Stein- und Schuttmassen nach Norddeutschland gebracht; ebenso nach Schottland, in verschiedene Gegenden Englands. Die Gletscher in den Alpen hatten damals eine ungleich grössere Ausdehnung, als jetzt. Die Beweise aber für viele dieser Thatsachen sehen wir in Vorgängen wie sie heutzutage noch statt finden, einerseits in den arctischen Regionen, wo fortwährend durch losgelöste und schwimmende Eisberge Steinmassen fortgeführt werden, anderseits in den Alpen, wo gegenwärtig noch Gletscher die nämlichen Phänomene wenn auch in geringerem Maase bedingen. Die jetzigen Gletscher, deren Einwirkungen auf ihre Umgebungen sind es, welche viele Vorgänge der Eiszeit erklären.

Ueber die Ursachen der Kälte-Periode und der gewaltigen Vergletscherung nach Abschluss der Tertiär-Zeit wurden die verschiedensten Ansichten aufgestellt.*) Unter den neueren sind namentlich folgende beachtenswerth. Nach **J. Croll** sind es die einem periodischen Wechsel unterworfenen Verhältnisse der Erde zur Sonne welche eine solche Kälte-Periode hervorrufen, einen Wechsel des Klimas bedingen können. In dem Verrücken der Tag- und Nachtgleichen, sowie in den Veränderungen der Excentricität der Erdbahn findet demnach **Croll** die Hauptursachen. — Nach **Lyell** wurde die Aenderung der klimatischen Verhältnisse durch eine ganz andere Vertheilung von Land und Wasser und durch die Ablenkung des Golfstromes von den Küsten Nordeuropas während der Quartär-Periode veranlasst. — **Escher von der Linth** und **Desor** nehmen an, dass die Wüste Sahara ehedem ein ausgedehntes Meeres-Becken war (was auch durch den Nachweiss von Muscheln, die noch lebenden Arten angehören, bestätigt.) Zu jener Zeit gelangten die vom Süden herziehenden Winde als Strömungen einer sehr feuchten Luft auf den Alpen an, die sich bald als Schnee oder Regen dort absetzten. Mit der Umwandelung der Sahara zu einer Wüste wurden diese südlichen Winde zu trocknen, warmen, welche das Abschmelzen der grösseren Gletscher in den Alpen hervorriefen. Sehr richtig bemerkt **B. v. Cotta,** dass diese Theorie für die Alpen genügend, für das nördliche Europa doch nicht ausreicht. — Nach **C. v. Marschall****) waren es dreierlei Verhältnisse welche durch ihr Zusammentreffen eine anhaltende Eisperiode veranlassten: hohes, schroffes, geschlossenes Gebirge; andauernde und ungewöhnliche Schiefe der Ekliptik und ein zweimaliges Zusammenfallen

*) Eine ausführliche Darstellung der mannichfachen Theorien über die Eiszeit findet sich in **B. v. Cottas** „Geologie der Gegenwart“ in dem Abschnitt: Kälteperioden und Gletscherwirkungen.

**) Zur Erklärung der näheren Bestimmung der Eiszeit. 1870.

des Wintersolstitiums mit dem Aphelium (d. h. der grössten Entfernung unseres Planeten von der Sonne). — In neuester Zeit hat **Alfr. Jentzsch**, der sich besonders mit dem Studium der quartären Periode beschäftigt, über die „Ursachen der Eiszeit" beachtenswerthe Mittheilungen*) gemacht. **Jentzsch** sieht einen Hauptgrund in einer anderen geographischen Vertheilung der Wärme. Gleichzeitig mit der Vergletscherung gewisser Theile Europas fand eine Senkung eines grossen Theiles von Nordeuropa unter den Spiegel des Meeres statt. Das — bereits oben erwähnte — zweimalige Vordringen der Gletscher in die Alpen, des Meeres in Norddeutschland sind die Wirkungen einer gemeinsamen Ursache, deren Zusammenhang ersichtlich. Wenn man bedenkt — sagt **Jentzsch** — dass jeder skandinavische Gneisblock im Minimum das sechszehnfache Volumen Eis zum Transport beanspruchte, ungerechnet die Mengen eiskalten Wassers, welche die Bewegung der Eisberge vermittelten, wenn man die wahrhaft enormen Massen von Blöcken, Kies und anderem nordischem Gesteins-Material betrachtet, welche über unsere Ebenen zerstreut sind, so wird man zugeben, dass diese Zufuhr nordischer Blöcke eine gewaltige Abkühlung Mittel-Europas bedingen musste. Und diese Wirkung vertheilte sich nicht etwa wie jetzt auf der südlichen Halbkugel, auf weite Gebiete; im Gegentheil: quer durch Europa hindurch lief von Ost nach West die Grenze des Meeres; hier strandeten in der ersten, daher auch härteren Eiszeit die Eismassen um ihren Gesteins-Schutt als Kies abzulagern; hier blieben sie liegen, bis Sonnenstrahlen und warme Winde sie zu Wasser auflösten. Ein Theil derjenigen Wärme-Quellen, die das besorgten, konnte nun nicht mehr verwendet werden, um den Schnee und das Eis der Alpen zu schmelzen, dieses musste also mehr und mehr anwachsen. Wichtiger aber als dieser negative Einfluss war der positive auf die Vermehrung der Niederschläge. In den südlich, resp. südwestlich von Europa gelegenen Gebieten fand dieselbe Wärme-Strahlung statt, wie jetzt, gleiche Mengen von Wasserdampf wurden von den Süd- und Südwestwinden herbeigeführt. Jetzt gelangen dieselben auf einem weiten Gebiete zum Niederschlag; damals musste sie ihr grösster Theil in einer schmalen Zone am Südende des europäischen Eismeeres condensiren. Hier und da mochte dies in Form von Regen geschehen und so wasserreiche Flussgebiete entstehen; in Deutschland war das anders. Die Alpen entzogen hier schon damals den über sie hinziehenden Winden einen grossen Theil ihrer Feuchtigkeit. Gleichzeitig waren die N. O. Winde kalt und mit Feuchtigkeit gesättigt, sie waren ja über eine Wasser- und Eisfläche von 0° **R.** hinweggegangen. In den Alpen mussten sich daher unter der Einwirkung dieser beiden Factoren die ohnehin schon bedeutenden Niederschläge noch vermehren und während eines grossen Theiles des Jahres zu Schnee gestalten.„

Eintheilung der quartären Formation.

Im Nachfolgenden ist die Eintheilung, wie sie **Heer** in seinem trefflichen Werke gibt, befolgt, mit besonderer Rücksicht auf die Schweiz,**) nebst einigen Zusätzen.

---

*) Jahrb. für Min. 1873, S. 28 ff.

) Die Urwelt der Schweiz, S. 533. Eine ausführlichere Gliederung gab **James Geikie: „on changes of climate during the glácial epoch." Geol. Magaz, VIII & IX. 1872.

Quartäre oder diluviale Periode.

Schweiz.	Anderwärts.
5) Postgla iale Gerölle-Bildung. Kiesbänke im Canton Basel mit *Elephas primigenius.*	Kalktuffe von Cannstadt, Thüringen, Franken. Kiesbänke der Somme mit *Elephas* und Steingeräthen. Gerölle-Bänke über Mundsley. Knochen-Höhlen, Knochen-Breccien. Erstes Auftreten des Menschen. England noch mit dem Continent verbunden. Rückzug der Gletscher. Zeit des *Mastodon giganteus* in Amerika.
4) Zweite glaciale Bildung. Erratische Blöcke. Moränen. Schuttwall von Aubonne und Morges mit Mammuth. Alpine Flora im Tiefland.	Löss-Bildung des Rheingebietes mit *Elephas primigenius.* Zweite continentale Periode Englands. Gletscher auf den Bergen Schottlands. Skandinavien gehoben. Verbreitung erratischer Blöcke.
3) Interglaciale Gerölle-Bildung. Geschichtetes Diluvium in Utznach und Dürnten; Strätligen am Thuner See. Erstes Auftreten des *E. primigenius?*	Britische Inseln meist unter Meer. Verbreitung erratischer Blöcke. Skandinavien theilweise unter Meer. Bildung der Asars. Nord-Amerika theilweise untergetaucht.
2) Schieferkohlen-Bildung. Schieferkohlen von Utznach, Dürnten u. s. w. *Elephas antiquus* und *Rhinoceros Merckii.*	Aelterer Diluvialsand im Rheinthal mit *Elephas antiquus* und *Rhinoceros Merckii?* Blätterkohle (diluviale Torf-Bildung) im Rheinthal. Waldbett von Norfolk.
1) Erste glaciale Bildung. Gekritzte Steine und Findlinge unter den Kohlen von Wetzikon. Unteres Lager von Thonon. Arctisch-alpine Flora im Tiefland.	Erste britische continentale Periode. Schottland von Gletschern bedeckt. Zeit der Glättung der skandinavischen Felsen. Skandinavien Festland und mit Gletschern bedeckt. Amerika. Glättung der Felsen.

Von den organischen Resten der quartären Formation.

Unter den organischen Resten der Quartär-Formation besitzen Pflanzen nur geringe Verbreitung. An wenigen Orten finden sich solche in den tieferen Schichten der sog. diluvialen Braunkohle oder in den oberen Lagen, in den diluvialen Kalktuffen einiger

Gegenden. — Unter den thierischen Resten werden die Mollusken durch Pelecypoden und Gastropoden vertreten. Erstere erscheinen besonders in gewissen marinen Ablagerungen; letztere, Landschnecken sind namentlich im Löss zu Hause. Für die diluviale Periode ist aber hauptsächlich bezeichnend die Menge von meist ausgestorbenen Säugethieren. Unter ihnen durch Dimensionen, Unzahl der Individuen und ausgedehnte Verbreitungs-Gebiete hervorragend der Mammuth mit seinem Gefährten dem Nashorn; dann die gewaltigen Raubthiere, der Höhlenbär und die Höhlenhyäne; endlich das Rennthier können als die wichtigsten Repräsentanten der quartären oder dritten Säugethier-Fauna gelten.

Zu den häufigeren Säugethieren der quartären Periode dürften folgende gehören:

1) Raubthiere. *Felis spelaea* **Goldf.**, der Höhlenlöwe. *Hyaena spelaea* **Goldf.**, die Höhlenhyäne. *Canis spelaeus* **Goldf.**, der Höhlenwolf. *Gulo spelaeus* **Cuv.**, der Höhlenvielfrass, besonders aber *Ursus spelaeus* **Rsm.**, der Höhlenbär. Die Reste dieser gewaltigen Raubthiere kommen vorzugsweise in den Höhlen, aber auch in Gerölle- und Sandablagerungen vor.

2) Nagethiere. *Arctomys marmotta*, das Murmelthier im Löss des Rheinthales nicht selten. *Hypudaeus amphibius*, die Wasserratte (Kirkdaler Höhle). *Hyp. brecciensis* **Wagn.** häufig in den Knochen-Breccien. *Lagomys*, Hase, besonders *L. corsicanus* **Cuv.** und *L. fardus* **Wagn.** in Menge in den Knochen-Breccien. *Castor fiber*, Biber, in Bärenhöhlen. *Myodes lemmus* **Lin.**, der Lemming, besonders in Höhlen.

3) Zahnlose, Edentata. Faulthiere, für die amerikanische Fauna bezeichnend. *Megatherium Cuvieri* **Desm.**, *Mylodon robustus* **Ow.** Gürtelthiere, ebenfalls in Amerika *Glyptodon asper* **Burm.**

4) Dickhäuter (Pachydermen). *Elephas antiquus* **Falc.**, der Urelephant, für das ältere Diluvium bezeichnend. *Elephas primigenius* **Blumenb.**, der Mammuth — das verbreitetste Säugethier der quartären Periode — im jüngeren Diluvium, Löss. *Elephas meridionalis* **Nyst.** — *Mastodon giganteum* **Cuv.** im jüngeren Diluvium Amerikas. *Rhinoceros Merckii* **Kaup**, characteristisch für das ältere Diluvium. *Rhinoceros tichorhinus* **Cuv.** im jüngeren Diluvium, Löss. *Hippopotamus major* **Cuv.** das Flusspferd, zumal in Italien. — *Sus scrofa* **Lin.**, in den Höhlen.

5) Einhufer. *Equus fossilis* **Cuv.** im älteren und *E. caballus* **Lin.** im jüngeren Diluvium.

6) Wiederkäuer. *Bos primigenius* **Boj.**, der Urochse. *Bos priscus* **Boj.**, und *Bos (ovibos) moschatus*, der Moschusochse. *Cervus tarandus* **Cuv.**, das weit verbreitete Rennthier im jüngeren Diluvium. *Cervus giganteus* **Blumenb.** Der Riesenhirsch *(Megaceros hibernicus* **Ow.**). *Cervus alces* **Cuv.**, das Elent, in Höhlen. *Cervus elaphus* **Lin.**, der Edelhirsch.

7) Beutelthiere. *Didelphys*, Beutelratte; zumal: *D. Virginiana* in Brasilien.

Die grosse Häufigkeit gewisser ausgestorbener Säugethiere und das gänzliche Fehlen menschlicher Gebeine in den diluvialen Ablagerungen hat man früher, zu **Cuviers** Zeiten und

lange nachher noch, vom paläontologischen Standpunkt aus als den wesentlichen Unterschied zwischen Diluvium und Alluvium geltend gemacht. Aber eben so wenig wie — nach den Ansichten der älteren Schule — die Erde in der quartären Periode der Schauplatz gewaltsamer Umänderungen war, eben so wenig gilt jetzt der Ausspruch jener älteren Schule: es gibt keinen fossilen Menschen, keinen Menschen der Vorwelt. Fanden auch die ersten Entdecker menschlicher Reste mit und zwischen Gebeinen ausgestorbener Säugethiere im Anfang keinen Glauben, so ist eben die Geschichte dieser Entdeckungen nur ein Bild vieler anderer bedeutender, die zuerst verspottet wurden. Das Verdienst auch hier den Weg gebahnt und zur richtigen Kenntniss geführt zu haben, gebührt dem nämlichen Forscher, der mit so glänzendem Erfolge die älteren Anschauungen der gewaltigen Katastrophen auf unserer Erde bekämpfte: **Lyell.** Sein berühmtes Werk über das Alter des Menschen-Geschlechtes hat jeglichen Zweifel beseitigt. Man fragt jetzt nicht mehr, gibt es fossile Menschen, sondern wie weit in die Schichten der Erde hinab lassen sich die Spuren des Menschen verfolgen.

Die in obiger Uebersicht der quartären Periode aufgeführten Ablagerungen und Vorkommnisse so wie überhaupt die Gesteine derselben sollen nun etwas näher betrachtet werden.

Geglättete Felsen. Ein entschiedener Beweis für die frühere Anwesenheit von Gletschern sind die geglätteten Felsen. Die ansehnlichen, über den Erdboden hingleitenden Eismassen, die unter sich Sand und Steine fortschieben, üben auf den Felsboden eine eigenthümliche Wirkung: er wird mehr und mehr abgerundet, geglättet, wie polirt, daher man die Erscheinung auch als „Gletscher-Schliffe" bezeichnet, die oft auf grosse Strecken hin zu beobachten. Zugleich aber bringen die härteren und noch scharfkantigeren Gesteins-Fragmente, welche der Gletscher unter sich mit führt, auf dem geglätteten Felsboden eine beträchtliche Anzahl feiner Ritzen hervor; sie sind stets mit einander parallel und deuten die Richtung der Bewegung der Eismassen an. Auch die einzelnen, losen Steine unterhalb des Gletschers werden auf ähnliche Weise geritzt.

Moränen. Zu den für die quartäre Periode bezeichnenden Vorkommnissen und weiteren Beweisen für die einstige Gletscher-Herrschaft gehören die Schutt- oder Steinwälle. Sie bestehen aus Sand, Schlamm, aus Geröllen und grösseren Blöcken, beide letztere geritzt. Es bilden solche Schuttwälle wallartige Anhäufungen, oft völlige kleine Hügelzüge. Sie sind nicht geschichtet, wesshalb man sie auch als „ungeschichtetes Diluvium" zu bezeichnen pflegt. Es rühren dieselben ebenfalls von Gletschern her und werden Moränen genannt (auch Gandecken oder Guffer) nach den Vorkommnissen wie man sie heut zu Tage noch in den Alpen beobachten kann. Dort haben alle Gletscher Moränen aufzuweisen, d. h. oft Stunden lange Schuttwälle, aus Trümmern der nächsten Gesteine bestehend. Man unterscheidet aber verschiedene Arten von Moränen, nämlich: 1) Seitenmoränen, die am Rande des Gletschers, zu beiden Seiten auf demselben liegend; sie stammen von den durch die Verwitterung losgelösten, auf den Gletscher herabgestürtzten Gesteins-Trümmern.

Mit dem vorrückenden Gletscher bewegen sie sich fort. 2) Mittelmoränen; auf der Mitte, oft über den ganzen Gletscher lang hinziehende Schuttwälle, entstehen da, wo zwei Gletscher zusammenstossen, also durch die Vereinigung von Seitenmoränen. Die auf und mit dem Gletschern fortbewegten Blöcke sind stets scharfkantig, eckig. 3) Endmoränen sind die am Ende des Gletschers angehäuften Steinwälle; sie entstehen durch das Abschmelzen des Gletscherendes und bezeichnen daher dessen einstige Ausdehnung. Je mehr die Gletscher sich nach und nach zurückziehen, um so mehr Endmoränen lässt er zurück. 4) Grundmoränen heissen die unter dem Gletscher befindlichen Massen von Sand, Schlamm und Steine, letztere geritzt, weil sie fortgeschoben werden.

Till nennt **Geikie** gewisse zähe Thon-Ablagerungen, die ungeschichtet und reich an geritzten und geglätteten Steinen, die ältesten Gebilde der quartären Periode in Schottland; er unterscheidet *till* von dem Geschiebe-Thon (boulders clay), der dort abgesetzt wurde, wo zusammenstossende Gletscher ins Meer eintraten.

Schieferkohle oder diluviale Braunkohle. An mehreren Orten in der Schweiz kommen bauwürdige Flötze einer eigenthümlichen Braunkohle vor, die man dort Schieferkohle nennt. Bei Mörschwyl im Canton St. Gallen in 564 M. über dem Meere. Das Braunkohlen-Lager besitzt im Durchschnitt eine Mächtigkeit von 2 F. Nach **Deicke** bietet sich folgendes Profil:

6) Lehm, 6 F. mächtig.
5) Gerölle, aber nicht geglättet und geritzt; 16 F. mächtig.
4) Letten, mit Schieferkohle und aufrecht stehenden Stämmen, 8 F. mächtig.
3) Ablagerung erratischer Gesteine, 13 F. mächtig.
2) Grauer Letten mit Schieferkohle-Stücken, 6 F. mächtig.
1) Erratische Gerölle-Lager, 17 F. mächtig. —

Aehnliche Braunkohlen-Lager finden sich bei Wetzikon, bei Utznach in St. Gallen, bei Dürnten im Cant. Zürich. Es gewinnen dieselben aber noch besondere Bedeutung (abgesehen von ihrer technischen) sowohl als Vertreter der Kohle in der quartären Periode, als wegen ihrer organischen Reste. Pflanzen werden sowohl in den Kohlen, wie in den Letten-Lagen getroffen; hauptsächlich Zapfen von: *Pinus abies* **Lin.**, *P. sylvestris* **Lin.**, *P. montana* **Mill.**, Stämme von *Betula alba* **Lin.**, ferner Schilfrohr: *Phragmites communis* **Tr.**, endlich Moose, die sich besonders bei der Zusammensetzung der Schieferkohlen betheiligen, zumal das Astmoos, *Hypnum lignitorum* **Schimp.** Die genannten Pflanzen haben vorzugsweise die Torflager geliefert, aus denen später die Schieferkohlen hervorgingen.

Thiere. In dem Letten bei Dürnten finden sich Süsswasser-Schnecken in grosser Menge, besonders *Pisidium obliquum* **Lam.** und *Valvata obtusa* **Drap.** Ferner Säugethiere: *Elephas antiquus* **Falc.**, besonders Backenzähne an der Basis des Kohlenflötzes von Dürnten; *Rhinoceros Merckii* **Jaeg.** im Letten daselbst; *Bos primigenius* **Boj.** Kiefer und Zähne. — Die Pflanzen und Thiere der Schieferkohlen-Lager sind gänzlich verschieden von jenen der Molasse. Es nehmen die Flötze und Gerölle-Massen in horizontaler Lagerung auf den steil aufgerichteten Schichten der Molasse ihre Stelle ein — ein Beweis dass die Hebung der Molasse — welche einen so wesentlichen Einfluss des Gebirgslandes ausübte — vor Ablagerung derselben statt hatte. Aus dem Umstand, dass die Schieferkohlen bei Mörschwyl auf erratischen Ablagerungen ruhen und von solchen bedeckt werden, ergibt sich ferner, dass die Gletscher sich dort in zwei verschiedenen Zeiten ausbreiteten und dass, wie **Heer** bemerkt, die Schieferkohlen-Bildung in die Zwischenzeit fällt und nur eine Episode

wärend der langen Gletscher-Periode darstellt, welche freilich ein Paar Jahrtausende gedauert hat, so dass über dem Tiefland sich aufs Neue ein Pflanzkleid ausbreiten konnte.

Waldschicht von Cromer. An der Küste von Norfolk, zwischen Cromer und Kessingland liegt ein begrabener Wald, der sich auf etwa 40 Meilen hin verfolgen lässt und von Thonlagen bedeckt wird. Die zahlreichen Stämme stehen aufrecht in Letten, welcher von Braunkohlen-Streifen durchzogen. Zwischen den Stämmen und der Braunkohle finden sich in dem Letten Zapfen von *Pinus abies, P. sylvestris, P. montana*, wie bei Dürnten und, um die Analogie mit dieser Oertlichkeit noch zu steigern, die Gebeine verschiedener Säugethiere, zumal von *Elephas antiquus* **Falc.**, *E. meridionalis* **Nest.**, *Rhinoceros etruscus* **Falc.**, Nilpferd: *Hippopotamus major* u. a., endlich wie bei Dürnten Süsswasser-Schnecken, das nämliche *Pisidium obliquum* **Lam.**

Blätterkohle im Rheinthal. Am Rande des Schwarzwaldes, in der Nähe von Karlsruhe wurden früher bei Bohrversuchen, wie **Sandberger** mittheilt, unter dem älteren Diluvialsand Moorkohle mit vielen plattgedrückten Stämmen angetroffen, darunter Blätterkohle aus zusammengedrückten Blättern *(Betula pubescens, Menyanthes trifoliata)* bestehend. Also eine diluviale Torfbildung, wohl der Utznacher Schieferkohle entsprechend, um so mehr da unterhalb derselben alpine Gerölle vorkommen, die wahrscheinlich als Moränen-Schutt dahingelangten.

Asar.*) So nennt man in Schweden die eigenthümlichen Vorkommnisse, die zu den interessantesten Bildungen der quartären Periode gehören. Es sind wallähnliche Höhenzüge, die sich oft auf viele Stunden hin, mehrere in paralleler Richtung durch das Land erstrecken und aus Sand, Geröllen und Blöcken bestehen. Von den Gestaden der Ostsee bis zur Hauptwasserscheide zwischen Wetter- und Wener-See kennt man acht Hauptasar die sämmtlich in der nämlichen Richtung hinziehen und ansehnliche Länge erreichen, so z. B. das Upsala-As ist 27 Meilen lang, das Badelunda-As 40 Meilen. In Ebenen, auf Plateaus zeigen sie ihre regelmässigste Entwickelung; wo sie über Berg und Thal hinziehen ist ihr Lauf öfter unterbrochen. Gewöhnlich ragen sie über ihre Umgebung 50 bis 100 F. empor, steigen aber auch zu 150 bis 180 F. an, sinken auf 30 bis 20 F. herab. Man hat sie von der Meeresküste an bis zu 1000 F. Höhe, ja sogar bis zu 1400 F. beobachtet. Das Material, aus welchem die Asar bestehen, ist ein sehr verschiedenes. Die Asar sind Gletscherschutt, der aber durch Wellenwirkung mehr oder weniger verändert. Zur Zeit, als das übergletscherte Schweden sich nach und nach senkte, wurden unter Wasserbedeckung auf flachem Strande die Schuttwälle abgesetzt, zunächst als alte Uferlinien, die aber mit der fortschreitenden Senkung des Bodens allmählig in das offene Meer gelangten. Hier wurden sie mit feinem Schlamm und organische Reste enthaltendem Thon (Glacialthon) bedeckt. Später hob sich der Boden von Schweden wieder, die Verbindung des damaligen schwedischen Meeres mit dem nördlichen Eismeer wurde aufgehoben, es gestaltete sich die Ostsee zu einem abgeschlossenen Becken, dessen Fauna ihren nordischen Character verlor. Während der Hebung wurden die Asar nochmals mit Schlamm-Niederschlägen (postglaciale) bedeckt; endlich tauchten die Asar aus dem Meere auf. Zu dem Material, welches sich an der Zusammensetzung der Asars betheiligt, gehören, wie oben bemerkt, auch Blöcke; den verschie-

*) Eine anziehende Schilderung der Asars, die im Nachfolgenden benutzt, gab **V. v. Zepharovich** in Lotos, XX, S. 22 ff.

densten Etagen derselben eingekittet oder in Menge auf ihrem Rücken oder Gehänge liegend: es sind dies die erratischen Blöcke. — In Finnland, im Olonetzer Revier in Russland kommen ebenfalls Asars vor: auf dem Lande, als Uferschwellen an dem Strande des Meeres oder von Seen, an Flüssen.

Erratische Blöcke. In der ganzen nordeuropäischen Niederung, zumal in den Ebenen Norddeutschlands liegen, theils in Sand und Thon begraben, abgerundete oder eckige Blöcke von verschiedenen, oft bedeutenden Dimensionen, bald vereinzelt, bald mehrere beisammen. Diese Blöcke bestehen theils aus krystallinischen Silicat-Gesteinen: Granit, Syenit, Gneiss, Porphyr, theils aus Kalkstein oder Sandstein. In Preussen und Polen, zwischen den Flüssen Niemen und Weichsel sind Granit-Blöcke sehr häufig, in Pommern und Meklenburg Trilobiten führende Kalksteine, devonische Kalksteine bei Stettin. Die Menge dieser Findlinge muss eine ausserordentliche gewesen sein, wenn man bedenkt wie viele noch jetzt umherliegen, trotz der grossen Zahl deren, die seit Jahrhunderten zu den verschiedensten Zwecken verwendet wurden. Die Grösse mancher Blöcke ist überraschend: es gibt solche von 30 bis 40 F. im Durchmesser. — Die wissenschaftliche Untersuchung der Blöcke hat ergeben, dass sie aus Norwegen, Schweden und Finnland stammen; man hat sie, weil sie nach langer Wanderung auf fremden Boden abgesetzt wurden, Wanderblöcke oder, weil sie gleichsam eine Irrfahrt gemacht, erratische Blöcke genannt. — Die Ansichten über die Art und Weise, wie die Blöcke aus ihrer nordischen Heimath an ihre jetzigen Orte gelangten, waren früher sehr verschieden. Man hatte namentlich eine gewaltige Fluth als Transportmittel angenommen; heutzutage sind wohl die meisten Geologen darüber einig, dass sie auf Eismassen gebracht wurden. Die Beweise dafür sind folgende. Aus dem nördlichen Deutschland, aus Schleswig und Holstein lassen sich die Blöcke nach Dänemark, Schweden, Norwegen und Finnland verfolgen. Dort liegen sie, inmitten und auf Anhäufungen von Sand, Kies und Geröllen auf dem Felsboden: dieser aber lässt zahlreiche Ritzen und Furchen, die alle parallel laufen, erkennen, er ist geglättet. Auch die Steine der Schuttanhäufungen sind geritzt und geglättet.

Es zeigen sich demnach alle oben erwähnten Erscheinungen, die für die einstige Existenz von Gletschern sprechen. Die wallähnlichen Schutt-Anhäufungen, die oben geschilderten Asars, sind nichts anderes als Grundmoränen der ersten Gletscher-Zeit, die von dem Meere vielfach bearbeitet und in den bezeichnenden Zügen abgesetzt wurden. Die Richtung der Furchen — die manchmal 2 bis 4 Zoll tief — ist auf dem felsigen Boden von Norwegen, Finnland u. s. w. allenthalben die nämliche auf Meilenweite; sie entspricht jener der bedeutendsten Thäler, durch welche sich die vorrückenden Gletscher einst bewegten. Von den Gletschern lössten sich mit Blöcken und Moränen Schutt beladene, schwimmende Eismassen ab, die später ihre Bürde in weiter Ferne, in südlicheren Regionen absetzten. Auch in der Periode der Erhebung des Landes und des Rückzuges vom Meere dauerte die Verbreitung der Blöcke in den Küsten-Gegenden fort. Viele derselben strandeten auf den Asars. — Auch das n. und ö. England so wie Schottland haben erratische Blöcke aufzuweisen. Ihre Ablagerung fällt in jene Periode, als die Senkung des Landes beträchtlieher wurde, die Gletscher wieder in das Meer eindrangen und durch schwimmende Eisberge aus Skandinavien her Blöcke herbeigeführt und auf den Meeresgrund abgesetzt wurden. — In der Schweiz besitzen erratische Blöcke eine ansehnliche Verbreitung und erlangen gewaltige Dimensionen. Durch ihre petrographische Beschaffenheit lässt sich meist ihre Abstammung im Hintergrund oder in den Seitengebirgen der grossen alpinischen

Querthäler nachweisen. In grosser Anzahl erscheinen manchmal Blöcke des nämlichen Gesteins beisammen, deren Ecken und Kanten ziemlich scharf sind. So finden sich z. B. bei Monthey im unteren Wallis zahllose Blöcke, unter denen von 8000 bis 10,000, ja sogar von 20,000 bis 50,000 Kubikfuss sind. Der Pflugstein unweit Wetzweil — in 140 M. Meereshöhe liegend — ragt nach **Heer** 60 F. aus dem Boden hervor; sein Inhalt wird auf 72,000 Kubikfuss, sein Gewicht auf 90,000 Centner geschätzt. Dass alle diese Blöcke durch die frühere grosse Ausdehnung der Gletscher an ihre gegenwärtigen Fundorte gelangten, bedarf wohl kaum weiterer Erörterung.

Muschelbänke. In Norwegen, Schweden und Dänemark hat man in aus der Gletscher-Zeit stammenden Ablagerungen, aus Thon oder Lehm bestehend, sog. glaciale Thone, Eislehm zahlreiche Muscheln und Schnecken angetroffen. Sie gehören Arten an, die noch jetzt im Eismeer leben, sog. arctische Species. Derartige Ablagerungen treten in sehr verschiedenem Niveau auf bis zu 1000 F. Meereshöhe. Ihre Mächtigkeit ist nie bedeutend, bis zu 10 F. — Analoge Ablagerungen hat man auch in Schottland beobachtet. Der höchste Punkt, wo dort solche Muschelbänke getroffen werden, ist nach **Lyell** Airdrie in Lanarkshire, 524 F. über dem Meere. Zu den bezeichnendsten Species gehören: von Pelecypoden: *Pecten islandicus* **Müll.**, *Leda truncata* und *Leda lanceolata* **Sow.**, *Astarte borealis* **Chem.**, *Tellina calcarea* **Chem.** und *Saxicava rugosa* **Penn.**; von Gastropoden: *Throphon clathratum* **Lin.** und *Natica clausa* **Bred.** — Auch im nördlichen Deutschland hat man jetzt Muschelbänke mehrfach nachgewiesen. **Berendt** beobachtete solche besonders in Westpreussen an den Gehängen des Weichselthales. Die Muschelschalen bilden hier eine 9 bis 12 Zoll mächtige Schicht in einer 10 bis 20 F. mächtigen Sand-Ablagerung. Es sind zumal *Cardium edule* **Lin.**, *Tellina solidula* **Lam.**, *Buccinum reticulatum* **Lin.**, *Cerithium lima* **Brug.** Es sind dies Mollusken, die zum Theil noch in der Ostsee leben. Aber die dickeren Schalen der fossilen deuten, nach **Berendt**, auf ein salzigeres und bewegteres Diluvialwasser hin, als das der heutigen Ostsee ist.

Gerölle-Ablagerungen werden von abgerundeten Geschieben oder Geröllen der verschiedensten Gesteine zusammengesetzt, deren Dimensionen im Mittel zwischen Nuss- und Faust-Grösse. Oft ziehen Streifen von Sand zwischen den Geröllen hin, häufen sich auch zu einzelnen Nestern an. In vielen Gegenden treten Gerölle-Ablagerungen in ansehnlicher Verbreitung und Mächtigkeit auf; so z. B. in der Schweiz wo sie in horizontaler Lagerung erscheinen und als „geschichtetes Diluvium" bezeichnet werden, zum Unterschied von den oben erwähnten Schuttwällen. — Im Rheinthal sind Gerölle-Ablagerungen sehr verbreitet; oberhalb Freiburg sind die Dimensionen der Gerölle bedeutender; bei Mannheim erscheinen sie meist nur noch von Haselnuss-Grösse mit Sand gemengt.

Diluvial-Conglomerate gehen hervor, indem die Geschiebe der Gerölle-Ablagerungen cämentirt werden, wodurch sie eine grosse Aehnlichkeit mit Nagelfluh gewinnen, wesshalb man sie auch als diluviale Nagelfluh bezeichnet. Im Schwarzwald, bei Waldshut, Freiburg finden sich solche Conglomerate. Bei Heidelberg kommt, von Löss bedeckt, eine etwa 4 F. mächtige Conglomerat-Schicht vor, aus Geröllen von Buntsandstein und Muschelkalk bestehend, die durch einen thonigen Sand verkittet. — Sehr ansehnlich ist die Verbreitung der diluvialen Nagelfluh in Bayern, in der Umgegend von München, von wo sie sich bis zum Fusse der Alpen verfolgen lässt. Die Diluvial-Gerölle sind hier meist durch Kalksinter verkittet. Gar nicht selten trifft man nach **Gümbel** in der Umgebung von München (bei Grünwald, Deesenhofen u. a. O.) hohle Geschiebe im Diluvial-Conglomerat.

Kies. Unter diesem Namen seien diejenigen Ablagerungen verstanden, in denen von den feinsten Körnchen bis zu den grössten Geschieben ein stetiger Uebergang statt findet. Derartige Anhäufungen, in denen aber die kleineren Gerölle sehr vorwalten, sind unter andern durch einen grossen Theil des nördlichen Deutschland verbreitet.

Sand-Ablagerungen besitzen eine noch ausgedehntere Verbreitung, zumal in den Ebenen Norddeutschlands und werden allgemein als „Diluvialsand“ bezeichnet. Ihr vorwaltender Bestandtheil ist gewöhnlich Quarz, dem sich in vielen Gegenden, wie z. B. bei Dresden, so reichlich Glimmer begesellt, dass man solchen als Glimmersand aufführt. Anderwärts, wie in der Mark, sind Körnchen von Feldspath häufig.

Gerölle-Ablagerungen, Kies und Sand wurden während der langen quartären Periode zu wiederholten Malen, zu verschiedenen Zeiten abgesetzt, sind daher auch von sehr ungleichem Alter. In nicht wenigen Gebieten treten solche übereinander auf und sind oft durch Lagerungs-Verhältnisse, so wie durch organische Reste zu unterscheiden. So führt **Heer** — wie aus obiger Tabelle ersichtlich — für die Schweiz drei verschiedene Perioden der Gerölle-Bildung auf. Im Rheinthal lassen sich, wie namentlich **Sandberger** gezeigt hat, die aus Geröllen, Kies, Sand bestehenden diluvialen Ablagerungen sehr gut unterscheiden als ältere, unterhalb des Löss auftretende und jüngere, an der Stelle des weggeschwemmten Löss erscheinend. Jene, die unteren, enthalten neben characteristischen Süsswasser-Conchylien: *Planorbis marginatus* **Drap.** und *Pl. spirorbis* **Müll.**, *Bythinia denticulata* **Lin.** von Säugethieren insbesondere: *Elephas antiquus* **Falc.** *Rhinoceros Merckii* **Kaup.**

Lehm. Ein feines und inniges Gemenge von etwa 30 bis 50 Proc. Thon mit 16 bis 25 Proc. sehr feinem Quarzsand und 5 bis 10 Proc. Eisenoxydhydrat, welches die gelbe Farbe bedingt. Der eigentliche Lehm unterscheidet sich von dem Löss durch den fehlenden Kalk-Gehalt, daher durch das Nichtaufbrausen mit Säure. — Lehm tritt unter sehr verschiedenen Verhältnissen auf; an den Gehängen der Berge und in Thälern. So ist z. B. im Rheinthal und in den Thälern des Schwarzwaldes, wohl eine mit dem Löss gleichzeitige Bildung. Doch kommen in diesem Lehm, so weit es bekannt, weder Conchylien noch Säugethier-Knochen vor. — In den Ebenen Norddeutschlands treten häufig Ablagerungen von Lehm auf, die oft Geschiebe der verschiedensten Gesteine enthalten, daher auch als Geschiebelehm bezeichnet werden. — Endlich trifft man in Höhlen manchmal hineingeschwemmte Ablagerungen von Lehm, die Säugethier-Knochen enthalten, den sog. Knochenlehm.

Löss. Unter allen Ablagerungen der quartären Periode besitzt kaum eine so bedeutende Verbreitung und hat so sehr die Aufmerksamkeit in Anspruch genommen, wie der Löss, daher eine etwas eingehendere Betrachtung desselben wohl gerechtfertigt.*)

Verbreitung des Löss. Früher hielt man den Löss für eine auf das Rheinthal beschränkte Bildung. In der Schweiz fehlt er dem Alpen-Gebiete, erscheint im St. Gallischen Rheinthal, ins besondere aber überdeckt er in der Rhein-Ebene zahlreiche höher gelegne Partien, zumal die Hügel am Fusse des Gebirges bis zu 120 M.

*) Dieselbe bezieht sich besonders auf den Löss des Rheinthales.

über der jetzigen Thalsohle. Es folgt der Löss dem Rhein bis Bonn, dem oberen Lauf der Maas, Schelde, bedeckt die südliche Hälfte von Belgien, und bricht ziemlich scharf in einer Linie ab, die von Dünnkirchen s. ö. gegen Cöln läuft. In der Nähe von Brüssel erscheint er bei 300 Fuss über dem Meere. Die Nordgrenze des Löss zieht sich um den Harz, durch das n. Sachsen nach Schlesien und Krackau hin. Diese Nordgrenze des Löss ist aber die Südgrenze der nordischen Blöcke. Ferner ist Löss im Donauthale, Niederösterreich, Mähren, Ungarn verbreitet. — Er fehlt auch andern Welttheilen nicht: **Agassiz** hat ihn im nördlichen Amerika, im Amazonenthale beobachtet; aber ausserordentlich ist nach **v. Richthofen** die Verbreitung des Löss in China über einen Flächenraum nahezu so gross wie ganz Deutschland. — Die Mächtigkeit des Löss ist eine sehr verschiedene. Im Rheinthal 150 bis 200 F.

Zusammensetzung des Löss. Es ist eine lockere Masse von erbsen- oder graulichgelber Farbe, bestehend aus durch Eisenoxydhydrat gefärbtem Thon, höchst feinen Splitterchen von Quarz und zartem Kalkstaub nebst mikroskopischen Glimmer-Schüppchen. — Der chemischen Zusammensetzung des Löss wurde bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Es hat daher **Wicke** auf **Sandbergers** Ersuchen eine Anzahl Analysen verschiedener Lösse ausgeführt (3 bis 6), in welchen namentlich der Nachweis des Phosphorsäuren-Gehaltes beachtenswerth; sie sind im Nachfolgenden nebst einigen älteren Analysen (1,2 und 7) zusammengestellt.

1. Löss von Oberdollendorf im Siebengebirge; 2. aus der Gegend von Bonn; 3. von Ems; 4. Wiesbaden; 5. Heidingsfeld bei Würzburg; 6. von Mauer unweit Heidelberg und 7. von Pitten in Oesterreich.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kohlensaurer Kalk	20,16	17,63	13,04	10,34	24,96	29,28	27,43
Kohlens. Magnesia.	4,21	3,02	—	—	3,78	1,98	8,96
Kohlens. Eisenoxydul	—	—	—	—	—	—	5,41
Kieselsäure	58,97	62,43	60,28	60,68	55,51	52,38	31,43
Eisenoxyd	4,25	5,14	6,38	8,70	4,57	2,75	1,61
Thonerde	9,97	7,51	8,57	8,68	7,77	6,60	12,98
Kalkerde	0,02	—	1,10	2,76	0,80	0.41	—
Magnesia	0,04	0,21	2,15	1,69	0,42	1,91	—
Kali	1,11	1,75	2.00	0,56	1,21	3,22	3,72
Natron	0,84		—	1,13	0,91	1,27	1,46
Phosphorsäure	—	—	0,15	0,48	0,14	0,41	—*)
Wasser und Organisches	1,37	2,31	0,80	0,53	0,72	0,81	2,46
	100,94	100,00	98,52	100,56	99,79	99,02	101,55

Concretionen im Löss. Sehr bekannt sind die unter den verschiedensten Namen, wie Lössmännchen, Kupsteine, aufgeführten Concretionen von sehr verschiedener Gestalt. Die chem Zus. eines solchen „Lössmännchens“ vom Heidenberge bei Wiesbaden ist nach **P. Meyer**; 55,22 kohlens. Kalk, 17,76 kohlens. Magnesia, 4,95 Eisenoxydhydrat und 21,35 Thon und Quarzsand. Demnach sind diese Knollen thonig-dolomitische Kalksteine, in welchen die kohlensauren Salze local sich concentrirten.

Organische Reste im Löss sind häufig und recht bezeichnend. Zumal Landschnecken; hauptsächlich, wie im Rheinthal, Arten angehörig, die jetzt in kälteren Gegenden zu Hause. Als die „Leitmuscheln“ des Löss, die wohl nirgends fehlen,

*) 1,22 Schwefelsäure.

sind zu nennen: *Succinea oblonga* **Drap.**, *Helix hispida* **Lin.** und *H. arbustorum* **Lin.**, so wie *Pupa muscorum* **Drap.** Zu den häufigen gehören ferner *Pupa columella* **Benz.** (kommt lebend in Lappland vor); *Helix Nilssoniana* **Beck** (lebend in Schweden). *Helix sericea* und *H. crystallina* **Müll.**. *Clausilia parvula* **Stud.**, *Cl. gracilis* **Pfeiff.**

Die Conchylien-Fauna des Löss enthält also solche Formen, die auf dem Lande oder in Altwassern gelebt haben und im Verlauf aus der Gegend verdrängt wurden*). — Neben diesen Conchylien sind für den Löss höchst characteristisch die Reste von Säugethieren, deren Knochen gewöhnlich von sehr brüchiger Beschaffenheit. Unter ihnen ist am häufigsten *Elephas primigenius* **Blumenb.**, der weit verbreitete Mammuth; *Rhinoceros tichorhinus* **Cuv.** das Nashorn und *Cervus tarandus* **L.**, das Rennthier. Auch *Equus caballus* **L.**, das Diluvial-Pferd, so wie *Arctomys marmota*, das Murmelthier sind nicht selten.

Entstehung des Löss. Die ganze Art des Vorkommens, wenigstens in einem grossen Theil des Rheinthales, deutet auf einen Absatz aus Hochwassern, analog den Schlammabsätzen jetziger Flüsse. Diese Annahme wird durch die Conchylien im Löss unterstützt, Landschnecken, welche sich gern in der Nähe fliesenden Wassers aufhalten. Es war eine grosse, Schlammhaltige Wassermasse, aber weder von grosser Tiefe, noch grosser Geschwindigkeit, welche den Löss auf so weite Flächen, wie man ihn jetzt trifft, ausbreitete. — Was die Zeit betrifft, während welcher die Bildung des Löss erfolgte — bemerkt **Sandberger** —. so sieht man an vielen Orten im Oberrheinthale, im Neckar- und Mainthal, einen ersten Löss-Absatz, den man Berglöss nennen kann, auf Plateaus 200 bis 300 F. über dem jetzigen Niveau des Flusses; einen zweiten, den Thallöss, im jetzigen Flussthal, nur 50 bis 60' über ihm, und stets auch Geröll von grosser Mächtigkeit Der Fluss musste in der zwischen beiden Ablagerungen des Löss liegenden Zeit seine Rinne um 200 bis 250' tiefer auswaschen, wozu nach Analogie der unter unseren Augen vor sich gehenden Auswaschungen viele Jahrtausende erforderlich waren. — Die Periode des Löss fällt wohl in diejenige des Abschmelzens der Gletscher, daher von Manchen der Löss auch als ein feiner Gletscher-Schlamm betrachtet wird. Das von Gletschern abfliessende Wasser führt den durch Reibung der Gesteine entstandenen Schlamm und Sand fort. Es dürfte diese, sicherlich nicht zu bestreitende Entstehungs-Weise des Löss wohl nur für solche Regionen anzunehmen, wo einst Gletscher vorhanden. Denn die Quellgebiete vieler Flüsse, die Lössablagerungen enthielten, liessen bis jetzt keine Spuren diluvialer Gletscher erkennen: der östliche Schwarzwald, Rhön, Fichtelgebirge.

Löss in China. Es wurde bereits oben auf die grosse Verbreitung des Löss in China aufmerksam gemacht, in dessen nördlichen Provinzen, Shansi, Shensi, Tschili er in solcher Ausdehnung auftritt und bis zu Meereshöhen von 7000 bis 8000 F. ansteigt. Die Mächtigkeit ist eine dieser Verbreitung entsprechende; **F. v. Richthofen** sah ihn 1500 F. mächtig, glaubt aber, dass die Mächtigkeit in der Mitte der Mulden sich auf 2000 bis 3000 F. belaufen dürfe. Der Hoang-ho (gelbe Fluss) hat seinen Namen von dem Löss, der die feineren Theile ins gelbe Meer führt.

---

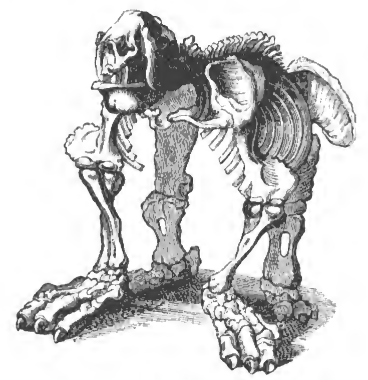
*) **Sandberger** macht darauf aufmerksam, wie man sich vor einer Verwechselung der auf den Löss-Abhängen lebenden Conchylien (*Pupa frumentum* **Drap.**, *Bulimus detritus* **Müll.**, *Helix candidula* **Stud.**) vor den ächten, dnrch ihre brüchige Beschaffenheit kenntlichen Löss-Conchylien bewahren möge. Jene gelangten oft an den steilen Lösswänden in Folge von Regengüssen, durch Einschwemmung in den Löss.

In seiner Beschaffenheit gleicht der chinesische Löss, wie **v. Richthofen** bemerkt, völlig dem deutschen. Er enthält die Concretionen von Mergelkalk, Gehäuse von Landschnecken zumal *Helix*, Knochen von Säugethieren; ausserdem ist er aber oft von feinen, mit Kalk ausgekleideten Röhren durchzogen. Schichtung lässt der Löss keine wahrnehmen. In unmittelbarer Nähe des Gebirges sind Bänke von Löss durch Lagen von Gebirgsschutt geschieden. Je weiter vom Gebirge entfernt, desto weniger erscheinen solche Zwischenlagen. Das Merkwürdigste aber an ihm ist, sagt **v. Richthofen,** die Art seiner Verbreitung. Er überzieht Alles, Thäler und Hügel, ragt fast bis zu den Gipfeln der höchsten Gebirge auf. Ueberall gleicht er die Unebenen des Terrains aus. Dabei besitzt er die Neigung zu einer vollkommen senkrechten Absonderung. Von grossem Interesse sind die Mittheilungen **v. Richthofens** über die Entstehung des Löss. Mit Rücksicht auf die gleichmässige von den grössten Höhen-Differenzen wenig abhängige Verbreitung des Löss, auf die vollkommen erhaltenen Gehäuse der Schnecken und besonders auf die feinen verzweigten Canäle, die den Löss 1000 F. unter der Erdoberfläche durchziehen und die völlig denen gleichen, die nahe an der Oberfläche noch jetzt mit abgestorbenen Pflanzenwurzeln erfüllt sind, dass also diese Gräser da gewachsen, wo ihre Spuren vorhanden: mit Rücksicht auf alle diese Thatsachen glaubt **v. Richthofen** den Löss des nördlichen als ein subaerisches Gebilde betrachten zu müssen. Als Hauptfactoren sieht er an: Verwitterung der Gebirge, Wind, Wasser, Ueberspülungen und Vegetation. Mechanische Verbreitung fester Bestandtheile über die Oberfläche, die Verwesung von Tausenden von Generationen von Pflanzen mit den in ihnen aufgenommenen und fest gewordenen Bestandtheilen waren vorzugsweise bei der Bildung des Löss thätig. — Unter den Eigenthümlichkeiten des Löss, der sich auch durch grosse Fruchtbarkeit auszeichnet, hebt **v. Richthofen** noch hervor, dass er Millionen von Menschen beherbergt. Auf grosse Strecken hin wohnt Alles in Höhlen im Löss*).

Pampas-Formation und Knochenthone Brasiliens. In den unermesslichen Ebenen der Pampas, im Gebiete des Rio Plata und anderer gewaltiger Ströme ist eine Diluvial-Ablagerung verbreitet, welche als die Pampas-Formation bezeichnet wird und sich nach **Ch. Darwin** längs einer von Nord nach Süd ziehenden Linie über einen Flächenraum von wenigstens 750 geographischen Meilen erstreckt. Ihre Mächtigkeit dürfte über 200 F. betragen. In den aus Kalktein bestehenden Küsten-Regionen Brasiliens sind Ablagerungen eines rothen, eisenschüssigen Thones sehr verbreitet, die eine Mächtigkeit von 10, 20 bis zu 50 F. erreichen und die man wegen ihres Reichthums an Säugethier-Knochen als Knochenthone aufführt. Ebenso gewinnt die Pampas-Formation besonderes Interesse wegen der grossen Menge ausgestorbener Säugethiere, welche sie umschliesst, und von denen ein nicht geringer Theil auch in den Knochen-Thonen vorkommen. Unter ihnen sind vor allen die Riesenfaulthiere hervorzuheben, Thiere, welche in Europa gänzlich fehlen. Das ***Megatherium Cuvieri*** **Desm.,** 1789 im Diluvial-Schlamm von Buenos Ayres entdeckt, ist unstreitig das Merkwürdigste unter allen. „Mit dem Kopf und den Schultern eines Faulthieres — bemerkt **Buckland** — vereinigt es in seinen

*) **F. v. Richthofen**: über den chinesischen Löss in den Verhandl. der geolog. Reichsanstalt 1872. No. 8.

Beinen und Füssen Eigenthümlichkeiten des Ameisenfressers, Gürtelthieres und Schildträgers, auch glich es den beiden letzten dadurch, dass es mit einer knochigen Rüstung bedeckt war." Das ***Megatherium*** war gegen 20 F. lang und 8 Fuss hoch.



Megatherium.

Nächst diesem ist ***Mylodon robustus*** **Ow.**, am La Plata 1841 entdeckt ein nicht weniger gewaltiges Faulthier. — Ausser den Faulthieren sind aber namentlich die riesigen Gürtelthiere für die Pampas-Formation bezeichnend: ***Glyptodon asper***, einer ungeheuren Landschildkröte gleichend. Von Dickhäutern ist es zumal ***Mastodon giganteus*** **Cuv.**, dessen Reste in grosser Menge vorkommen. Endlich von Hufthieren ***Macrauchenia***, an Palaeotherium erinnernd, so wie Pflanzen fressende Dickhäuter, ***Toxodon*** und ***Nesodon***, und von Raubthieren die Katzengattung ***Machairodus***. Die diluviale Säugethier-Fauna des südlichen Amerika, deren hervorragende Repräsentanten oben eine kurze Erwähnung fanden, beläuft sich auf etwa 150 Arten. Unter ihnen fehlen Elephant und Nashorn.

Sand-, Kies- und Gerölle-Ablagerungen Nordamerikas. Die diluviale Fauna der Vereinigten Staaten ist ebenfalls eine sehr reichhaltige und in letzter Zeit genau erforschte. Mit Europa gemein hat sie Mammuth, Rennthier, Elenn, Wisent, Pferd; der Bisamochse ist noch viel häufiger; das Vorkommen dieser Thiere deutet auf einen einstigen Zusammenhang beider Continente. Hingegen fehlen eine Anzahl der häufigsten Säugethiere der diluvialen Aera Europas: Hyäne, Vielfrass, Nashorn, Riesenhirsch u. a. Eine hervorragende Rolle spielt ***Mastodon giganteus***, auch der amerikanische Mammuth genannt. Letzteren und die obengenannten Faulthiere, wie ***Megatherium***, ***Mylodon*** hat Nordamerika mit der südlichen Hemisphäre gemein und es scheint, dass diese riesigen Thiere aus letzterer in die nördliche eingewandert sind.

Die diluviale Säugethier-Fauna Australiens möge hier auch eine kurze Erwähnung finden. Sowohl in Höhlen, als im Schuttland wurden zahlreiche Gebeine aufgefunden, zumal im Wellington-Thal, etliche 210 Meilen w. von Sidney. Es sind darunter

durch colossale Dimensionen ausgezeichnete, meist ausgestorbene Arten noch lebender Gattungen; die gewaltigen Känguruhs: *Dasyurus, Phascolomys*, dann *Phalangista* und *Hypsiprymnus*, namentlich aber *Diprotodon australis*. Es unterscheidet sich die diluviale Fauna Australiens von jener Europas und Amerikas wie es gegenwärtig noch der Fall.

Knochen-Breccien. In einem sandig-thonigen oder kalkigen, eisenschüssigen Bindemittel von rother oder gelbbrauner Farbe liegen eckige und abgerundete Fragmente verschiedener Gesteine, besonders Kalksteine, nebst Knochen, Trümmern, Splittern und Zähnen von Säugethieren, denen sich auch Schalen von Conchylien beigesellen. Die Knochen-Fragmente sind durch das Cäment meist zu einem sehr festen und harten Gestein verbunden. Kalksinter durchzieht in Streifen diese Breccie, füllt auch Hohlräume in den Knochen aus.

Verbreitung. Im südlichen Europa längs der Gestade des Mittelmeeres, hauptsächlich im Kalkstein-Gebirge, spalten- und trichterartige Weitungen ausfüllend, von Gibraltar bis nach Griechenland; bei Nizza, auf Corsica, Sardinien, Corfu, Cerigo, an den Küsten Dalmatiens. Auch in Neuholland, Neuseeland hat man solche Breccien getroffen.

Organische Reste. Die zahlreichen Knochen gehören vorzugsweise Planzenfressern an: Ochs, Hirsch, Pferd, Haase, Schaaf, Maus, an wenigen Orten vereinzelte Knochen von Raubthieren. — Durch Häufigkeit ist besonders *Lagomys*, der Pfeifhaase ausgezeichnet; *L. corsicanus* **Cuv.** auf Corsica, noch mehr aber *L. sardus* **Wag.** bei Cagliari in Sardinien in grosser Menge. An Häufigkeit steht *Hypudaeus*, die Feldmaus nicht zurück, besonders *H. brecciensis* **Wag.** — Die Mollusken sind Land- oder Süsswasser-, nur ausnahmsweise Meeresbewohner. — *Helix* ist am häufigsten.

Besonders ist das Vorkommen der Knochen-Breccie an der Küste des Peloponnes und Dalmatiens, auf den Eilanden des Quarnero, Cherso u. a. Die Knochen gehören hier zumal Ochsen, Hirschen, Ziegen an, es finden sich Schnecken, *Helix, Pupa, Planorbis*. Bemerkenswerth ist, dass hier weder die vielfach zertrümmerten Gebeine, noch die Gesteins-Bruchstücke, sogar die Conchylien-Schalen Spuren einer Abschleifung durch Wasser, oder einer gegenseitigen Reibung verrathen. — Noch grösseres Interesse gewinnen die neuerdings durch **Locard** beschriebenen *) Knochen-Breccien Corsicas, welche schon **Cuvier** beschäftigten Die Anlage eines neuen Hafens bei Bastia war vor wenigen Jahren Veranlassung zur Entdeckung zahlreicher, mit Knochen und Conchylien erfüllten Spalten. Sie lassen sich von Furiani, s. von Bastia bis ins Sisco-Thal am Cap Corse verfolgen. **Locard** führt aus diesen Breccien an: Knochen von *Lagomys corsicanus* **Cuv.**, *Myoxus glis* **Schreib.**, *Mus sylvaticus* **Lin.**, *Canis vulpes* **Lin.** u. a.; ferner von Conchylien 13 Species von *Helix*, wie *H. hispida* **Müll.**, *H. variabilis* **Müll.** u. a., besonders bemerkenswerth ist aber *H. Raspaillii* **Payr.**, die noch auf der Insel lebt. Ausserdem führt **Locard** noch Meeresmuscheln an: *Venus decussata* **Lin.**, *Monodonta Olivieri* **Payr.**, verschiedene Arten von *Patella* und bemerkt, dass diese Muscheln wahrscheinlich vom Menschen eingebracht, dem sie zur Nahrung dienten, später in die Spalten eingeschwemmt wurden.

Knochen-Höhlen. In sehr vielen Gesteinen finden sich Höhlen, namentlich im Kalkstein und Dolomit verschiedener Formationen. Besonders ist Deutsch-

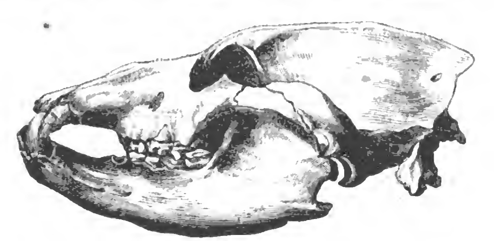
*) Bulletin de la Soc. géol. de France, 1873, N. 3., pg. 233.

land durch seinen Reichthum an Höhlen ausgezeichnet. Diese gewinnen aber, ausser den schönen Stalactiten mit denen sie oft ausgekleidet, noch ein weiteres, paläontologisches Interesse durch die zahlreichen Knochen der verschiedensten Säugethiere, die man in ihnen, zuweilen sogar mit menschlichen Gebeinen zusammen angetroffen hat.

In Deutschland sind es zumal die Höhlen auf dem Harz, die Baumanns-, Bielshöhle im devonischen Kalkstein, noch mehr aber die vielen (oben aufgeführten) Höhlen im devonischen Kalk Westphalens; die schwäbischen Höhlen im Kalkstein des Malm, die fränkischen im weissen Jura-Dolomit von Muggendorf, Gailenreuth, die Adelsberger Höhle in Krain. — Das Juragebirge Frankreichs umschliesst viele Höhlen, noch reicher ist aber Belgien, besonders die Umgegend von Lüttich an Höhlen, die sich im Kohlenkalk befinden. Ebenso haben die Höhlen Englands vorzugsweise im Kohlenkalk, einige im Jurakalk ihren Sitz. Auch der Altai, Brasilien, die Vereinigten Staaten von Amerika haben zahlreiche Höhlen aufzuweisen.

Der Boden der meisten Knochen führenden und besonders der durch Reichthum an solchen ausgezeichneten Höhlen ist mit einem eigenthümlichen fettigen, durch Eisenoxydhydrat gefärbten, oft mit thierischer Materie imprägnirten Letten bedeckt, in welchem, neben Geröllen oder Trümmern von Gesteinen die Knochen liegen. Gewöhnlich wird dieser Knochen führende Letten von später gebildeten Lagen von Kalktuff bedeckt auch verkittet. Mit Recht hebt es **C. Vogt** hervor, dass seine Anwesenheit eine fast wesentliche Bedingung zur Erhaltung der Knochen sei, weil er sie vor dem Zutritt der Luft und vor Verwitterung bewahrt. Die Eingänge zu den Höhlen, die Spalten nach Aussen sind durch das öftere Ein- und Auswechseln der Thiere geglättet.

Unter den Thieren, deren Knochen in den Höhlen vorkommen, sind es besonders zwei Raubthiere, die bei Weitem vorwalten: *Ursus spelaeus* und *Hyaena spelaea*, hinter welchen alle anderen zurückstehen. Die Menge der Knochen von Individuen des verschiedensten Alters des Höhlenbären ist oft eine erstaunliche. Ein Beispiel



Ursus spelaeus.

bietet der Hohlestein im Lonethal auf der schwäbischen Alb. **Fraas,** welcher diese Höhle im Jurakalk genau untersuchte, liess nicht weniger denn 110 Schädel des Höhlenbären, 275 Unterkiefer zu Tage fördern; er schliesst auf etliche 400 Individuen. Der Hohlestein war demnach eine ausschliessliche Bärenhöhle, diente demselben vielleicht Jahrtausende zum Aufenthalt; darauf deutet die völlige Glättung, Polirung der Felswände hin. Sehr bemerkenswerth sind die Verletzungen der Knochen des Höhlenbären; sie lassen uns, wie **Fraas** hervorhebt, einen Blick werfen

auf die Kämpfe des Bären um seine Existenz zu einer Zeit, da sein Erbfeind, der Mensch noch nicht existirte. Diese Verletzungen rühren zum grossen Theil von *Equus* her, dessen Reste, nebst solchen von *Cervus alces* im Hohlestein vorkommen. — Der Höhlenbär ist in nicht wenigen Höhlen vorwaltend; so in den jurassischen Höhlen Frankreichs bei Besançon und in einem grossen Theil der belgischen. In anderen Höhlen finden sich nun aber die Knochen der Hyäne in grosser Menge dominirend, nebst von ihr eingeschleppten Reste. Dies ist z. B. in



Hyaena spelaea.

der Höhle im Kohlenkalk bei Kirkdale in Yorkshire der Fall. Aus dieser Höhle wurden von nicht weniger denn 300 Individuen des verschiedensten Alters Reste zu Tag gefördert. Schon **Buckland** vermuthete, dass diese Höhle von Hyänen bewohnt wurde; er schloss dies aus dem Vorkommen von zahlreichen Coprolithen der Hyänen. Mit diesen fanden sich — von einer Hülle von Kalktuff bedeckt — zerbrochene und allem Anschein nach durch die Zähne der Hyänen benagte Knochen von jungen Elephanten, Pferd u. a., welche offenbar von den Hyänen in die Höhle geschleppt wurden.

Auch in der durch grossen Reichthum an Knochen ausgezeichneten Kents-Höhle im devonischen Kalk bei Torquay in Devonshire ist *Hyaena spelaea* am häufigsten, nebst *Equus caballus.* Besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen des sog. Riesenhirsches, des *Cervus megaceros*, dessen Reste auf dem Continente selten, in Grossbritannien um so häufiger, (zumal in Irland, in Tort und Kalktuff). — Gebeine von



Cervus megaceros.

Ursus und *Hyaena* kommen nur selten in einer Höhle zusammen vor, wie z. B. in der Kents-Höhle. in der Balver Höhle.

In den Höhlen im Kalkstein des Altai finden sich zahlreiche Säugethier-Knochen. Nach **F. Brandt** gehören dieselben entweder solchen Arten an, die gegenwärtig noch im Altai vorkommen, oder wie *Sus scrofa*, *Castor fiber* dort vor nicht so langer Zeit lebten, oder endlich solche, über deren frühere Existenz keine historische Nachrichten vorliegen, wie z. B. *Hyaena spelaea*, *Rhinoceros tichorhinus*.

Unter den Thieren, deren Reste ferner in den Höhlen getroffen werden, ist von Raubthieren noch der Höhlenlöwe, *Felis spelaea* **Goldf.** zu nennen, der Vielfrass *Gulo spaeleus*; von Dickhäutern *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, von Einhufern *Equus caballus* **Lin.**, von Wiederkäuern *Bos primigenius* und *B. priscus*, namentlich aber noch *Cervus tarandus*, in vielen Höhlen Belgiens und Frankreichs überwiegend. — Besondere Aufmerksamkeit erregten in neuester Zeit die Ausgrabungen in den westphälischen Höhlen bei Balve und Sporke, über welche **H. v. Dechen** berichtet hat. Die unter dem Bergrücken Hohlestein auf der rechten Seite der Hönne gelegene Höhle von Balve lässt mehrere verschiedene Lagen erkennen, von denen jede eine besondere Periode in der Ausfüllung der Höhle bezeichnet. Die untersten drei Schichten, aus der ältesten Ausfüllungs-Zeit, zeigen wie zuerst Brocken von der Dicke der Höhle losbrachen, sich auf deren Boden anhäuften, dass in Zwischenräumen Lehmabsätze erfolgten, die Gerölle, zumal von devonischem Kalk mit sich führten und in der jüngsten Zeit dieser Ablagerung Knochen und Zähne von *Elephas primigenius*, weniger von *Rhinoceros tichorhinus* und *Ursus spelaeus*. Dann folgte ein Absatz von Lehm mit wenigen Geröllen (also wohl durch minder bewegtes Wasser herbeigeführt), auch mit geringerer Zahl der nämlichen thierischen Reste, *Rhinoceros* ausgenommen. Darauf erfolgte ein Absatz aus stärkerer Strömung mit weiter herstammenden, stark abgerundeten Geröllen, vorwiegend Kalksteine. Dieser Absatz lehmartiger Erde enthält eine überwiegende Zahl von Zähnen und Knochen des *Ursus spelaeus*; es kommen aber von neuen Resten hinzu: *Hyaena spelaea*, *Felis spelaea*, *Cervus tarandus* u. a. mit bearbeiteten Kieselschiefer-Stücken. Die nun folgende Schicht, deren Ablagerung ruhig von statten gegangen ist, ausgezeichnet durch reichlichen Gehalt an thierischen Stoffen, enthält wenige Gerölle, viele Bruchstücke vom Geweih des Rennthieres nebst Feuersteinen. Die letzte, oberste Schicht besteht aus von der Decke herabgefallenen Kalk-Fragmenten, die nebst den Knochen durch Kalksinter verkittet. Ausser den Resten von solchen Thieren, die den älteren Ablagerungen der Höhle angehören, finden sich solche von *Canis vulpes*, *Felis catus* u. a., die während der Bildung der Ausfüllungs-Masse der Höhle gelebt haben, nebst Bruchstücken roher Thongefässe.

Die verschiedenen thierischen Reste, welche man in den Höhlen trifft, sind entweder in solche hineingeschwemmt worden, bei hohem Wasserstand (ohne dass man dabei an gewaltige Fluthen zu denken hat), wie dies in den oben erwähnten westphälischen der Fall, oder es dienten die Höhlen ganzen Generationen gewisser Thiere zur Wohnung, wie die Kirkdaler, der Hohlestein Beispiele bieten.

Diluvialer Kalktuff bildet vereinzelte Ablagerungen, meist als Ausfüllung von Mulden. In Deutschland finden sich solche Kalksteine besonders bei Cannstadt in Württemberg, bei Homburg, Weisbach in Bayern, bei Burgtonna, Mühlhausen u. a. O. in Thüringen.

Organische Reste kommen nicht selten in den Kalktuffen vor, sowohl pflanzliche als thierische. Unter jenen sind es besonders überrindete Blätter von Buchen, Weiden, Ahorn, Pappeln u. a.; dann Tannen so wie Schilfstengel. Unter den thierischen Resten werden besonders Gehäuse von Schnecken, *Helix*, *Limneus*, *Succinea*

u. a. getroffen, so wie Knochen und Zähne von Säugethieren wie *Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus,* Geweih-Fragmente von *Cervus* u. a.

Als Beispiele einiger hinsichtlich ihrer organischen Reste näher bekannten und interessanten Kalktuffe dürften besonders zu nennen sein: der Kalktuff von Cannstadt, aus welchem so zahlreiche Fragmente des *Elephas primigenius* zu Tage gefördert wurden, ist auch als Fundstätte von Pflanzen von Bedeutung. Er hat, nach **Heer,** 29 Arten geliefert, von welchen drei: *Populus Fraasii* **Heer,** die Mammuth-Eiche und ein Nussbaum erloschen sind. Unter den Arten, die jetzt noch in diesen Gegenden vorkommen, trifft man (wie in den Schieferkohlen der Schweiz) Rothtanne, Weisstanne, Weissbirke, Bergahorn, Hainbuche, Ulme, Linde, mehrere Weiden, Kreuzdorn; seltener sind krautartige Pflanzen, wie das Schilfrohr und die Hirschenzunge, *Scolopendrium officinarum.* Manche der nicht erloschenen Pflanzen-Arten kommen jetzt noch in Württemberg vor, aber entfernter von Cannstadt. So der Bergahorn in höheren Gebirgslagen. Es setzt demnach die diluviale Flora von Cannstadt ein ähnliches Klima voraus, wie es jetzt noch. Die diluvialen Tuffe, welche den Löss decken, wurden wie **Heer** bemerkt in der späteren diluvialen Zeit abgesetzt, als nach dem Zurückziehen der Gletscher das Klima sich dem gegenwärtigen wieder genähert hatte — Durch ansehnliche Mächtigkeit ausgezeichnet ist der Kalktuff von Homburg am Main,*) auch wegen der in ihm befindlichen Burkards-Höhle bekannt. Der sehr poröse Kalktuff ist auf Buntsandstein abgelagert und zeigt im verschiedenem Niveau verschiedene Vorkommnisse. Eine, unmittelbar über dem Buntsandstein befindliche Lage von Tuffsand, etwa 2 M. mächtig enthält viele Landschnecken, dann folgt eine pflanzenreiche Schicht, darüber ein Conferven-Tuff. Unter den Pflanzen die dort vorkommen sind zu nennen *Scolopendrium officinarum* **Smith,** *Phragmites communis* **Trin.,** *Alnus glutinosa* **Gaert.,** *Salix caprea* **Lin.,** *Fagus sylvatica* **Lin.,** *Quercus pedunculata* **Ehr.** u. a Von Landschnecken finden sich *Limneus ovatus* **Drap.,** *Clausilia biplicata* **Mont.,** *Cl. dubia* **Drap.,** *Succinea putris* **Lin.,** *Helix arbustorum* **Müll.,** *H. hispida* **Lin.,** *H. hortensis* **Müll.,** *Unio batavus* und *Unio sinuatus* **Lam.** Endlich Reste von *Sus scrofa* **Lin.,** *Cervus capreolus* **Lin.** Von besonderem Interesse ist noch das Vorkommen von Kalisalpeter im Homburger Kalktuff in der Form schneeweisser Krystallisationen in Hohlräumen. — Der auf Muschelkalk abgelagerte Kalktuff bei Weisbach enthält mehrere der Pflanzen und Schnecken wie der Homburger.

Beispiele vom Vorkommen menschlicher Reste oder vom Menschen bearbeiteter Gegenstände in Höhlen oder in Diluvial-Ablagerungen.

In England, Frankreich und Belgien hat man am frühesten dem Vorkommen menschlicher Reste oder Geräthschaften die Aufmerksamkeit zugewendet, während dies in Deutschland später geschah.

In England fand man bereits im J. 1800 bei Hoxne in Suffolk Feuerstein-Geräthe in einer Lettenschicht zusammen mit Gebeinen von Mammuth und Nashorn. Der Letten bildet den Boden einer glacialen, geritzte Steine enthaltenden Thon-Lage. In einer Höhle bei Torquay in Devonshire fanden **Falconer** und **Prestwich**

---

*) Vergl. Fr. Niess: der Kalktuff von Homburg am Main und sein Salpeter-Gehalt.

1858 unter einer etwa 15 Zoll mächtigen Kalktuff-Lage zwischen 1 bis 15 Fuss mächtige Ablagerung von Lehm und sog. Höhlenschlamm mit Knochen von *Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus, Ursus spelaeus, Hyaena spelaea* zusammen mit zahlreichen Feuerstein-Geräthen, namentlich 15 deutlichen Messern aus Feuerstein. — Im Thale der Themse hat man schon früher in alten, aus Gerölle-Ablagerungen betsehenden Flussterrassen Knochen von *Elephas primigenius* nebst Süsswasser-Muscheln von nordischem Character zugleich mit Feuerstein-Geräthen getroffen. **Lyell** macht bei diesem Fund darauf aufmerksam: wie es wahrscheinlich, dass England und Frankreich damals noch zusammenhingen und das Klima ein kälteres war. Neuerdings wurden (1872) durch **Lane Fox** in der Nähe von Acton im Themsethal in Kies- und Sandablagern, unmittelbar über dem Londonthon, verschiedene Steingeräthe nebst Knochen von *Elephas primigenius, Hippopotamus major, Bos priscus, C. elaphus* u. a. gefunden.

In Frankreich war es besonders **Boucher de Perthes** der sich durch Erforschung der quartären Ablagerungen und ihrer Reste verdient machte. Schon 1833 fand derselbe im Thal der Somme unfern Abbeville in einer von 15 F. mächtigen Lehm-Schicht bedeckten Gerölle-Ablagerung Knochen von *Elephas primigenius* und *Rhinoceros tichorhinus* zugleich mit vielen Feuerstein-Beilen. Die fortgesetzten Untersuchungen von **Boucher de Perthes** sollten aber noch im Jahre 1863 belohnt werden durch die Auffindung mehrerer Gebeine und eines Unterkiefers von Menschen bei Moulin Quignon. — Im Thal der Seine unfern Paris traf man in Gerölle-Massen alter Flussterrassen mit Resten von *Elephas primigenius* viele Feuerstein-Beile. — In der Höhle von Cro-Magnon im Dordogne-Depart. wurden vor wenigen Jahren mit Knochen und Zähnen des *Elephas primigenius* mehrere menschliche Skelette entdeckt; zwei derselben liessen deutliche Verletzungen durch spitze Instrumente, wohl Steinbeile, erkennen. — In der Höhle von Bize im Süden von Frankreich traf 1828 **Tournal** neben Knochen von *Elephas* und anderer ausgestorbener Säugethiere solche von Menschen, beide im nämlichen Zustand der Erhaltung befindlich. — In der Höhle von Pondres im Languedoc entdeckte **Christol** Knochen von *Rhinoceros*, *Hyaena spelaea* zusammen mit menschlichen Gebeinen.

Von besonderem Interesse sind endlich die von **Locard** in den (oben erwähnten) Knochen-Breccien von Corsica 1871 entdeckten menschlichen Gebeine, im Toga-Thale, in 80 M. Meereshöhe, zusammen mit einer grossen Menge von Knochen von *Lagomys* und mit Schalen von Meeresmuscheln, die dem Menschen wohl zur Nahrung dienten.

In Belgien hatte, gleichzeitig mit **Boucher de Perthes** sich **Schmerling** mit Durchforschung der Höhlen im Kohlenkalk beschäftigt und bereits 1833 in den Höhlen von Engihoul und Engis in Gesellschaft von Knochen und Schädeln des *Ursus spelaeus*, der *Hyaena spelaea* nicht allein viele Feuerstein-Beile sondern auch zwei Schädel von Menschen entdeckt. Seine Schilderungen fanden damals wenig Glauben, wurden aber völlig bestätigt durch die auf Veranlassung **Lyells** im J. 1860 durch **Malaise** angestellten Untersuchungen in etlichen 40 Höhlen in Belgien. Besonders hat sich aber in neuerer Zeit **Dupont** um die Durchforschung der zahlreichen Höhlen im Kohlenkalk der Umgegend von Namur verdient gemacht. Während 6 Jahren hat derselbe 60 Höhlen ausgeräumt. Er brachte etwa 40,000 bestimmbare Knochen von Thieren zusammen und zwar von Mammuth, Nashorn, Rennthier, Höhlenbär, Höhlenhyäne u. a.; ferner gegen 24000 roh bearbeitete Feuerstein-Werkzeuge, endlich vereinzelte Reste von Menschen. Die verschiedenen Thiere gehören aber,

nach **Dupont**, nicht einer Periode an. In einer Höhle bei Furfooz fand derselbe in den untersten Gerölle-Schichten mit vielen Steingeräthen die Reste der genannten Thiere. Darüber traf er eine lehmige Schicht mit Steingeräthen, aber von anderer Form, als die unteren, nebst zahlreichen Knochen von Thieren, die aber fast ohne Ausnahme von in Europa noch lebenden stammen, neben diesen allerdings auch Rennthier und in Menge den hochnordischen Lemming, Arten die auf kälteres Klima hindeuten. Demnach unterscheidet **Dupont**, da er auch in anderen Höhlen das nämliche Verhältniss bestätigt fand: die ältere oder Periode des Mammuth und jüngere oder Periode des Rennthiers.

In Italien traf man in einer Höhle bei Finale in Ligurien im Jurakalk neben Resten ausgestorbener Thiere solche von Menschen. Manche Thier-Knochen waren geöffnet zur Ausnahme des Marks. — In letzter Zeit wurde in der Höhle von Baoussé-roussée unfern Mentone ein ziemlich wohl erhaltenes menschliches Skelet in Gesellschaft von Steingeräthen und Säugethierknochen angetroffen. Letztere gehören an: *Ursus spelaeus*, *Felis spelaea*, *Sus scrofa* u. a., während das Rennthier, wie in anderen Höhlen Italiens zu fehlen scheint.

Auch in den Vereinigten-Staaten von Amerika hat man bereits menschliche Gebeine entdeckt. Nach **Whittlesey** in der Elyria Shelter Höhle im n. Ohio und in einer Höhle bei Louisville, Kentucky.

In Deutschland machte im J. 1857 die Entdeckung eines menschlichen Skeletts mit einem Zahn von *Ursus spelaeus* zusammen in der Neander-Höhle bei Düsseldorf grosses Aufsehen. — Von grossem Interesse sind die von **Fraas** beschriebenen Erfunde an der Schussenquelle bei Schussenried zwischen Ulm und Friedrichshafen im J. 1866. **Frass** theilt folgendes Profil mit:

7) Torf.
6) Moderiges, braungelbes Moos, vorwaltend *Hypnum sarmentosum* mit vereinzelten Knochen und Geweihe-Resten, 6 F. mächtig.
5) Kalktuff mit Schnecken, 4 F.
4) Torfartige Moosschicht, 3 Zoll mächtig.
3) Wechsel von Sand und Moos mit Knochen und Geweihen, 4 F.
2) Moosbank, vorherrschend *Hypnum groenlandicum*, 3 Zoll mächtig.
1) Schwarzer, humöser Boden, 4 Zoll mächtig, mit vielen Artefacten. (Sog. Kultur-Schicht).

Das Liegende bildet ein Kies-Rücken von 12 M. Mächtigkeit. Unter den thierischen Resten steht an Häufigkeit voran (mehrere 100 Individuen) *Cervus tarandus*, das Rennthier, verschiedene nordische Raubthiere, *Gulo* der Vielfrass, *Canis fulvus*, der Goldfuchs und *Canis lagopus* der Eisfuchs; *Cygnus musicus*, der Singschwan, der in Grönland brütet. Bearbeitete Feuersteine fanden sich etliche 600; Steine zu Hackmessern zugeschlagen. „Die ausgehobene Schicht an der Schussenquelle — sagt **Fraas** — versetzt uns in eine Zeit, da nur eine hochnordische Flora den Boden deckte und nur hochnordische Thiere die oberschwäbische Hochebene bevölkerten. Sie ist ein directer Beweis für die seit Jahren schon aufgestellte Theorie der Schweizer Geologen: dass vor unseren historischen Zeiten eine Periode der Gletscher und des Eises existirte. In dieser Eiszeit lebte schon der Mensch — Der nämliche hochverdiente Forscher hat neuerdings eine merkwürdige Höhle im Jurakalk beschrieben, den Hohlefels in Achthal unfern Schelklingen. Die jüngste Schicht des Bodens bilden mit Kalksinter eine von Excrementen von Fledermäusen herrührende Kothbank. Darunter gelber, durchfeuchteter Lettenboden mit Knochen-Resten. Unter ihnen sind

besonders *Ursus spelaeus* nebst *U. priscus* **Goldf.** zu nennen, deren Knochen durch menschliche Hand zerschlagen. Auch *Cervus tarandus* ist in etlichen 60 Individuen gefunden worden; Werkzeuge aus Stein, Feuerstein-Messer, Griffe aus Rennthier-Geweih in Menge. Offenbar diente die Höhle diesen Ureinwohnern oder Höhlenbewohnern zum Aufenthalt, die von finnischem Stamme waren. — Noch beachtenswerther ist die von **Zittel** geschilderte Räuberhöhle im Schelmengraben bei Regensburg. In dieser, im Juradolomit gelegenen Höhle liessen sich drei Schichten unterscheiden. Die tiefste, ein fettiger Letten, enthielt keine organischen Reste und Artefacte. Die zweite Schicht enthielt zahlreiche Knochen von Raubthieren, zumal *Ursus spelaeus*. Dann folgte eine, aus Asche und Lehm bestehende, sog. Culturschicht, in welcher neben Tausenden der rohesten Feuerstein-Geräthe, diluviale Thiere und solche Thiere wie sie heute noch leben: Hausschwein, Schaaf u. s. w. Die Höhle bei Regensburg war eine Wohnstätte der älteren Steinzeit, deren Boden während einer zweiten Besiedelung aufgewühlt und die Reste beider Perioden vermengt wurden.

Fasst man die in den oben genannten Gegenden Europas angestellten Beobachtungen über das Vorkommen menschlicher Reste oder von ihm bearbeiteter Gegenstände zusammen, so sind es besonders die Knochen-Höhlen, welche gewichtige Beweise lieferten und zwar für Deutschland insbesondere. Denn in Deutschland hat man weder im Löss noch in dem unter demselben befindlichen geschichteten Diluvium mit Sicherheit menschliche Gebeine getroffen*). Aber die Vergleichung aller der verschiedenen Funde in Mitteleuropa lassen eine gewisse, wenn auch langsame Entwickelung in der Cultur des Menschen erkennen, eben so langsam als die Zeit in der sie stattfand lang dauerte, die sog. ältere Steinzeit. Die Beobachtungen über die Reihenfolge des Aussterbens gewisser Thiere und über die Anfertigung primitiver Geräthe gestatten sogar eine bestimmte chronologische Ordnung für die ältere Steinzeit. Den Resten aus dem südlichen England und dem nördlichen Frankreich kommt wohl das höchste Alter zu; hier ist eine ächte diluviale Fauna zusammen mit den rohesten Steingeräthen. An diese reihen sich die Höhlen aus England, Frankreich, Belgien, dem südlichen Deutschland, in welchen neben den Säugethieren der älteren Diluvialzeit und den Steingeräthen auch solche aus Horn oder Bein vorkommen. Einer etwas späteren Periode gehören die Höhlen im Perigord an, in denen das Rennthier vorwaltet, neben den Steinbeilen Geräthe aus Rennthierhorn sich finden. Zu dieser Periode gehören auch die oben erwähnten jüngeren belgischen Höhlen so wie Schussenried. — Die reichlichen Höhlenfunde — bemerkt **Zittel** — ermöglichen es, uns von der Cultur, Lebensweise, Ernährung und Gebräuchen des europäischen Urmenschen ein zuverlässiges Bild zu entwerfen. Jene alten Völker haussten in Höhlen, besassen weder Hausthiere noch cultivirten sie Nahrungsgewächse; ihren Lebensunterhalt gewannen sie lediglich durch Jagd und begnügten sich in Ermangelung grösserer Beutethiere häufig genug mit Ratten, Mäusen, Lemmingen. Mit den rohesten Steinwaffen mussten sie ihre thierische Umgebung bezwingen und mit den

*) Es werden zwar Funde von Menschenresten im Löss angeführt: von Lahr, von Colmar, neuerdings von Luschau in Ungarn; doch ist wohl keiner dieser Funde erwiesen.

primitivsten Werkzeugen ihre Jagdbeute abfleischen und das Mark der Knochen gewinnen. — Der fossile Mensch kann nur mit den jetzigen Wilden und zwar mit den aller rohesten verglichen werden *).

Neuere oder recente Bildungen.

Zu den neueren oder recenten Ablagerungen gehören alle jene, deren Entstehen gegenwärtig noch fortdauert, obwohl ihr Anfang meist in frühere, in die quartäre Zeit hinüberreicht.

Man pflegt diese neuesten, noch fortwährenden Bildungen auch als Alluvium (d. h. Anschwemmung) aufzuführen, obwohl darunter solche, die nicht durch Wasser abgelagert sind.

Wir sehen gegenwärtig unter unseren Augen Gesteins-Bildungen auf die verschiedenste Weise vor sich gehen. Die Wasser der Bäche und Flüsse thun im Kleinen, was die Fluthen des Meeres im Grossen ausführen: hier werden Stücke Landes losgerissen, dort setzen sich neue an: stete Veränderung ist das Loos unserer Erdoberfläche. Die Gesteine entstehen theils auf mechanischem Wege, wie die Sandablagerungen an den Mündungen der Flüsse, an den Ufern der Meere; theils auf chemischem, wie die von Quellen verschiedener Art abgesetzten Massen. Endlich ist noch eine dritte Bildungs-Weise anzuführen: die Torflager sind durch ein pflanzliches, die Korallen-Inseln durch ein thierisches Leben hervorgerufen.

Die organischen Reste in den recenten Ablagerungen, Pflanzen und Thiere, gehören vorzugsweise noch lebenden Arten an. Weit seltener trifft man ausgestorbene.

Unter letzteren verdienen besonders die Reste von Thieren Erwähnung, die in historischer Zeit von der Erdoberfläche verschwunden sind. — Auf der Insel Rodriguez im indischen Ocean hat man in Kalktuff eingeschlossene Knochen eines Vogels entdeckt, welche man als dem *Didus ineptus*, Dudu oder Dronte angehörig erkannte. Dieser eigenthümliche Vogel lebte in grosser Anzahl beisammen, so dass man die Insel seines Aufenthaltes auch die „Schwanen-Insel" nannte (das spätere Mauritius der Holländer, St. Maurice, Isle de France der Franzosen). Der unbehülfliche, harmlose Vogel wurde auf der kleinen Insel, welche zu verlassen er nicht im Stande war, in solcher Menge erschlagen, dass seine vollständige Ausrottung erfolgte. Unzuverlässige Schilderungen älterer Seefahrer abgerechnet, kennt man jetzt nichts von *Didus* als ein von Savary im Anfang des sechszehnten Jahrhunderts in Holland nach dem Leben gefertigtes Gemälde, jetzt im Museum britannicum, einen wohl erhaltenen

*) Vergl. **K. Zittel**: „Die ältere Steinzeit". Vortrag in der anthropologischen Gesellschaft zu München im Corresp.-Blatt der deutschen Gesellsch. f. Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. 1873. No. 7.

Fuss, getrockneten Kopf und einen Schädel in Kopenhagen. — Andere Beispiele von ausgestorbenen Vögeln bieten der Riesenvogel *Dinornis*, der auf Neuseeland lebte, so wie der grosse Alk, *Alca impennis*, ein Taucher auf Island.



Didus ineptus.

Mit dem Erscheinen des Menschen in der recenten Periode beginnt jene Zeit, welche man auch das zweite Steinalter nennt. Dasselbe gehört noch der vorhistorischen Epoche an und zeigt, wie die eigentlich historische Zeit nur einen geringen Theil des grossen Zeitraumes ausmacht, den man als den der Existenz-Zeit des Menschen bezeichnet. Zur Zeit, als unsere Vorältern durch ihr Zusammentreffen mit den Römern in die Weltgeschichte eintraten — bemerkt **A. Ecker***) — hatten sie bereits eiserne Waffen; erst mit diesen beginnt eigentlich die überlieferte Geschichte. Wir wissen aber, dass diesen eherne, und diesen wieder steinerne Werkzeuge vorangingen und es ist unzweifelhaft, dass, um von der Verfertigung und dem Gebrauch steinerner zu dem eisernen Waffen zu gelangen, es einer unendlich viel längeren Zeit bedurfte, als diejenige ist, welche vor der Einführung der letzteren bis zum Tage der ersten Eisenbahnen verflossen ist. In unendlich langen Zeiträumen, in welchen Jahrtausende weniger bedeuten als in der Weltgeschichte Jahrhunderte, in einer langen Kindheit und einem harten Kampf ums Dasein arbeitete sich der Mensch aus dem Zustand des rohesten Wilden (wie wir ihm am Schluss der diluvialen Periode begegneten) allmählich zur heutigen Cultur empor. Irgend einen Massstab für die Zeit, welche hiezu nöthig war, anzu-

*) Correspondenz-Blatt der deutschen Gesellsch. f. Anthrop. etc. 1870, No. 7.

geben, ist unmöglich; in der Urgeschichte gibt es, wie in der Geologie, nur einen relativen Massstab. Wir wissen nicht, wie viele Jahrtausende eine der grossen Perioden, welche wir in der Urgeschichte annehmen, gedauert hat, wir wissen nur wie sie auf einander folgen. (Ebenso wie die sedimentären Formationen.) Wir wissen nur, dass die Steinzeit derjenigen, in welcher der Mensch die Metalle zu gebrauchen verstand, lange voranging, und wie wir diese letztere in eine frühere Bronce-Zeit und eine spätere Eisenzeit trennen, so sind wir auch bei der Steinzeit Unterabtheilungen anzunehmen berechtigt, die wir als die Zeit der rohen (archäolithische) und der geschliffenen Steinwaffen (neolithische) bezeichnen. — Mit letzterer beginnt die recente Periode, welche sich demnach in folgender Weise gliedert:

3) Eisenalter.
2) Broncezeit. Jüngere Pfahlbauten.
1) Neolithische oder Zeit der geschliffenen Steine. Zeit der älteren Pfahlbauten und sog. Kjökkenmöddings. Der Elephant, Rhinoceros, Rennthier sind verschwunden.

Pfahlbauten. Darunter versteht man in Seen vermittelst Pfahlwerken hergerichtete Wohnungen, Ansiedlungen des Menschen aus ältester Zeit, wahrscheinlich um Fischfang zu betreiben oder um sich gegen seine Feinde zu schützen. Es erlangten diese Wohnungen oft ziemliche Ausdehnung, so dass man von „Pfahldörfern" sprechen kann. Auf unzähligen, roh bearbeiteten Pfählen waren mehrere Fuss über der Oberfläche des Sees die eingetriebenen Pfähle mit Stangen bedeckt, auf welchen sich die aus Schilf und Stroh zusammengeflochtenen Hütten befanden. Die Verbindung dieser eigenthümlichen Bauten mit dem Lande wurde entweder durch aus Pfählen errichtete Brücken oder auch in roh gearbeiteten Kähnen vermittelt.

Verbreitung der Pfahlbauten. Ungeachtet ihres hohen Alters sind dieselben noch nicht lange bekannt. Ihre Entdeckung fällt in das Jahr 1853. Die ersten wurden im Züricher See entdeckt und durch **Keller** beschrieben*). Jetzt kennt man nicht allein in der Schweiz einige 400 Pfahlbauten, man hat sie durch das ganze mittlere Europa nachgewiesen, So namentlich sehr ausgezeichnet in der Lombardei an den Seen von Garda, Pusiano, Varese; ferner in den österreichischen Gebirgs-Seen, im Attersee, Mondsee, Gmündener See, Kautschacher See. Ebenso in Bayern: Starnberger See, Chimesee, Staffel- und Ammersee. Endlich hat man neuerdings bei Würzburg in einer morastigen Niederung (vielleicht früheren Bucht des Mains) nach **Sandberger** Pfahlbauten aufgefunden, so wie nach **Jentzsch** bei Plagwitz unfern Leipzig.

Vorkommnisse in den Pfahlbauten. Von besonderem Interesse sind die in den Pfahlbauten aufgefundenen thierischen Reste, so wie die verschiedensten Geräthe, da sie Anhalts-Punkte über deren relatives Alter gewähren. Die thierischen Reste in den Pfahlbauten der Schweiz wurden durch **Rütimeyer** mit bekannter Gründlichkeit untersucht. Nach diesem ausgezeichneten Forscher kommen unter denselben Gebeine von Thieren vor, die jetzt nicht mehr in der Schweiz heimisch, wie z. B. Biber, Elennthier, Rennthier. Zu den häufigsten Thieren gehören Schwein, Edelhirsch. Auch Vögel, Fische und Reptilien (Sumpfschildkröte) kommen vor. Diese verschiedenen Thiere dienten entweder zur Nahrung oder zu anderem

*) Die keltischen Pfahlbauten in der Schweiz. 1861.

Zwecke, wie z. B. der Edelhirsch, dessen Geweihe mannigfach verwendet wurden. — Unter den Geräthen der Pfahlbauten sind es besonders bearbeitete Steine: Feuerstein, Quarz, Serpentin, Obsidian, Nephrit, die zu Beilen, Messern, Keilen, Hämmern, Pfeilspitzen, Wetz- und Schleudersteinen dienten. Aus Bronce (d. h. Legirung von Kupfer und Zinn) wurden sowohl Waffen verfertigt, zumal die überaus häufigen Streitäxte, als auch Luxusgegenstände: Ringe, Ketten. Dass die Pfahlbauten von sehr verschiedenem Alter (wie oben schon bemerkt), geht aus den aufgefundenen Gegenständen hervor, unter denen aber keine aus Eisen gefertigte. Dass die Schweizer Pfahlbauten nach Rückzug der Gletscher und vor Bildung des Torf errichtet wurden geht aus den Lagerungs-Verhältnissen hervor. Nach **C. Vogt** findet sich auf dem Grunde der Schweizer Seen, unter dem noch fortwährend sich ablagernden Schlamm und Sand eine weisse, kreideartige Schicht von verschiedener, bis 30 F. ansteigender Mächtigkeit, Seekreide genannt, aus Schalen der noch in den Seen lebenden Muscheln und Schnecken bestehend. Die Ablagerung hat während der Existenz der jetzigen Seen und des Rückzuges der Gletscher statt gefunden. In die Seekreide selbst sind die Pfähle eingerammt und über ihr lagert der Torf. Die thierischen Reste aber so wie die Geräthe wurden in der Culturschicht, einer aus Schlamm mit Torf gemischten Masse über der Seekreide getroffen.

Die Pfahlbauten der österreichischen Gebirgs-Seen wurden neuerdings auch näher untersucht. Der bedeutendste Pfahlbau ist der im Mondsee. Er nimmt eine Fläche von etwa 3000 Quadratmetern ein; die Zahl der Pfähle dürfte sich auf 5000 belaufen. Auffallend ist die grosse Tiefe, in welcher sich die Pfähle befinden: sie beträgt an einigen Stellen 4 M. Unter den zwischen den Pfählen entdeckten Gegenständen sind besonders polirte Steinhämmer von vollendeter Arbeit aus Serpentin, Aexte, Keile, zahlreiche Mahlsteine, ausserdem einige Thongefässe, die wohl als Schmelztiegel dienten. **M. Much** glaubt diesen Pfahlbau in die Steinzeit stellen zu müssen.

Kjökken-möddings — zu deutsch: Küchenabfälle — hat man in Dänemark eigenthümliche wall- oder hügelartige Anhäufungen genannt, welche bei einer Höhe von 8 bis 10 F., oft 600 bis 1000 F. im Durchmesser erreichen. Sie bestehen vorwaltend aus Muschelschalen, denen sich aber auch Knochen verschiedener Thiere so wie verarbeitete Gegenstände beigesellen. Was zunächst die Muscheln betrifft, so ist bei weitem vorwaltend *Ostrea edulis*, die Auster, nächst ihr *Mytilus edulis*, die Miesmuschel. Von Säugethieren sind am häufigsten Wildschwein, Hirsch, Reh, von Vögeln verschiedene Strandvögel, wie sie jetzt dort noch leben, aber auch Reste von *Alca impennis*, Pinguin, der nicht mehr dort vorkommt. Die aufgefundenen Geräthe sind Steinbeile, Keile, Geräthe aus Horn, aber nicht aus Bronce. — Es rühren demnach die „Kjökken-möddings" von einem rohen, Austern essenden Volksstamme her, welcher den Gebrauch der Metalle noch nicht kannte. — In neuester Zeit wurden auch in Norwegen Pfahlbauten entdeckt. Bei Stenskjär unweit Drontheim, am Meere traf man eine Ablagerung von Muschelschalen, Knochen verschiedener Thiere, die gespalten um das Mark herauszunehmen, so wie verarbeitete Steine, Pfeilspitzen.

Terramara. Darunter versteht man von Menschenhand in frühester Zeit aufgehäufte Hügel, die sich bis zu 2 oder 4 Meter über die Erdoberfläche erheben und bis zu 4 M. unter dieselbe hinabgehen. Sie bestehen aus zusammengehäuftem thonigkalkigem Schuttland, aus Knochen verschiedener Thiere und bearbeiteten Gegenständen. — Die Terramara-Lager finden sich besonders in Italien, in Parma und Modena und müssen als Reste von Wohnplätzen eines halb wilden Volksstammes

angesehen werden. Grabstätten sind sie nicht gewesen, da unter vielen tausenden thierischer Knochen keine menschlichen Gebeine vorkommen. Die Terramara-Lager in Parma — durch **Strobel** und **Pigorini** beschrieben — unterscheiden sich von den Kjökken-möddings durch den Mangel an Austern-Schalen so wie durch ihre Abstammung aus der Bronce-Zeit. Die aufgefundenen Säugethier-Reste gehören noch lebenden Species an, wie Schaf, Rind; die Conchylien sind Süswasser-Mollusken. Die bearbeiteten Gegenstände bestehen zum Theil aus Stein, zum Theil aus Bronce. Manche Terramara-Lager sind auf Pfahlbauten errichtet. — Die Terramara-Lager in Modena wurden von **Canestrini** beschrieben. Sie enthalten von thierischen Resten (die meisten Knochen sind aufgespalten) Hirsch, Reh, Wildschwein, Schwein, Ochs u. a., von Mollusken besonders *Unio pictorum* **Lam.**, (die wohl zur Nahrung diente). Die Pflanzen-Reste bestehen aus Pfählen der edlen Kastanie, Samen von Haselnüssen und dergl. Die Geräthe sind theils aus Stein, theils aus Bronce gearbeit: Aexte, Handwaffen, Pfeilspitzen.

Dolmen sind nichts anderes als Grabhügel aus alter Zeit; auch unter dem Namen Hünengräber bekannt. Sie bestehen aus roh hergerichteten Kammern aufgestellter grosser Steine, mit gewaltigen Decksteinen überlegt, darüber aufgeschüttete Erd- und Sandmassen: die Verbreitung dieser rohen Denkmale, welche neben menschlichen Gebeinen die vershiedensten Geräthe und Waffen bergen, ist eine ausserordentliche sowohl im Süden Europas, an den Gestaden des Mittelmeeres, im Süden von Frankreich, in Grossbritannien, an den Küsten des nördlichen Deutschland, in Dänemark, Scandinavien. Auch im nördlichen Afrika. Da man in manchen Dolmen nur steinerne Geräthe, in anderen solche aus Bronce angetroffen, so dürfte wenigstens ein Theil derselben in die Bronce-Zeit zu versetzen sein, wie z. B. nach **Desor** die kleineren Dolmen des südlichen Frankreich und nördlichen Afrika.

Die Ablagerungen der recenten Periode werden, wie schon bemerkt, durch mechanische, durch chemische oder auch durch organische Thätigkeit gebildet.

Die mechanischen Niederschläge bestehen aus Schlamm, aus Sand und Geröllen, die oft noch fortdauernd zu Sandsteinen und Conglomeraten cämentirt werden. Mechanische Niederschläge finden im grossartigsten Massstabe noch an den Ufern des Meeres statt.

Uferwälle. Die Wogen des Meeres werfen fortdauernd Gerölle und Sand an ihre Ufer, welche sich allmählig zu Wällen ähnlichen Massen anhäufen, sog. Uferwälle. Auf grosse Strecken ziehen sie sich längs der Gestade hin. Mit dem Sand und den Geröllen werden aber oft auch zahlreiche Fragmente zertrümmerter Muscheln auf das Land geschleudert, deren kohlensaurer Kalk im Verlauf der Zeit das Cäment für sich bildende Conglomerate abgibt, wie solche an den Küsten Kalabriens und Siciliens vielfach getroffen werden. Ablagerungen aus vorwaltendem Sand bestehend werden durch zugeführte kalkhaltige Wasser zu Sandsteinen, die in verhältnissmässig kurzer Zeit eine solche Festigkeit erlangen, dass man sie als Bausteine verwendet. In der Krim bildet sich noch fortwährend ein Sandstein, in welchen Schalen von noch im schwarzen Meere lebenden Conchylien so fest verkittet sind, dass er vielfache Benutzung findet.

Delta-Bildungen. Die meisten Bäche und Flüsse führen auf ihrem Wege

durchs Gebirge, wo der Lauf rascher, stürmischer ist, Sand und Kies mit sich, die sie später wieder, wenn sie in die Ebene treten absetzen und auf diese Weise kleine Sandbänke bilden. Besonders bedeutend werden solche Sand-Ablagerungen an den Mündungen grösserer Flüsse ins Meer. Gewöhnlich entsteht daselbst eine dreieckige Sandfläche, deren Scheitel dem Lande zugekehrt ist. Wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem griechischen Buchstaben Δ hat man solche Sandmassen Deltas genannt. Durch die Deltas wird das Land vergrössert und der Fluss an seiner Mündung in mehrere Arme getheilt. Im Verlaufe der Zeit gehen in Folge dieser Erscheinungen sehr beträchtliche Veränderungen der Küsten-Gegenden vor sich. Unter allen Strömen veranlasst der Nil die grössten Delta-Bildungen; auch der Mississippi, Ganges, Po, die Wolga, Rhone, Donau, der Rhein bedingen solche.

Flugsand-Ablagerungen oder Dünen. Die an den Gestaden der Meere aufgehäuften, angeschwemmten Massen Sandes werden durch den Wind zu einzelnen Hügeln, zu ganzen Reihen kleiner Berge zusammengeweht. Da namentlich, wo heftige Winde vom Meere herkommen, werden die Sandmassen immer weiter in das Land getrieben; einem beweglichen Gebirge gleich, schreiten diese Dünen unaufhaltsam vorwärts: Felder und Wälder, Häuser, ja ganze Dörfer verschwinden unter denselben. Der Sand, aus welchem die Dünen bestehen, ist vorzugsweise reiner Quarzsand, dem Körnchen von Magneteisen, Schuppen von Glimmer, Trümmer von Conchylien-Schalen beigemengt sind. Die einzelnen Sandhügel besitzen eine durchschnittliche Mächtigkeit von 25 bis 50 Fuss, seltener von 70 bis 100, ausnahmsweise von 200 bis 300 Fuss. Das Vorrücken der Dünen erfolgt oft mit verhältnissmässig grosser Schnelligkeit; in manchen Gegenden 50 bis 70 Fuss, in anderen 40 bis 50 Schritte alljährlich.

Erblickt man ein Dünen-System aus der Entfernung am Horizonte — so sagt der dänische Geolog **Forchhammer** von jenen Ablagerungen seiner Heimath — so glaubt man eine Gebirgskette vor sich zu sehen und die scharfen zackigen Formen erinnern vielmehr an ein Porphyr-Gebirge als an ein bewegliches Gebilde von Sand erbaut. — Gegen das Meer sind diese Höhenzüge häufig senkrecht abgeschnitten, gegen das Land schiessen sie unter einem Winkel von 30° ein; sie bilden niemals unter gleicher Linie fortlaufende Ketten, sondern immer erheben sich grössere Höhen neben einander, die durch mehr oder weniger tiefe Thäler getrennt sind. Kommt man in das Innere des Dünen-Systems, so erkennt man eine doppelte Thal-Bildung: Längenthäler die parallel mit der Küste laufen und die Dünen-Masse in mehr parallele Reihen trennen und Querthäler, welche die Dünen-Reihe in einzelne Hügel zerschneiden. Unbeschreiblich öde ist der Anblick einer solchen Dünen-Gegend; überall ist man von Sand umgeben, den der geringste Wind in Bewegung setzt und selten sieht man ein lebendes Wesen in dieser Einöde.

Verbreitung der Dünen: im nördlichen Deutschland, an der preussischen und pommerschen Ostsee-Küste, in Schleswig, an den Küsten Dänemarks, Belgiens, Frankreichs, Englands. In Frankreich leidet namentlich die Westküste durch das Vorrücken der Dünen; ganze Gemeinden in den Departements Gironde und Landes müssen oft auswandern und den Dünen Platz machen.

Gesteins-Bildung durch Absatz von Quellen. Die bisher aufgezählten neugebildeten Ablagerungen verdanken vorzugsweise mechanischen Einflüssen ihre Entstehung. Es werden aber auch noch fortdauernd chemische Niederschläge erzeugt und zwar durch Wasser, welche verschiedene Stoffe gelöst enthalten.

Obwohl derartige Absätze in der Regel weder eine grosse Ausdehnung noch Mächtigkeit besitzen, gewinnen sie dennoch geologische Bedeutung, da sie ein Licht auf die Vorgänge früherer Perioden werfen.

Kalktuff-Ablagerungen. Kohlensaurer Kalk, porös, zellig, seltener feinkörnig bis dicht, ziemlich zähe und fest, oft von röhrenförmigen Höhlungen durchzogen. Meist von hellen Farben, weiss, gelblich, röthliche Kalktuffe sind Absätze aus kalkhaltigen Wassern, deren Bildung noch fortdauert; jedoch erscheinen sie gar nicht selten im Zusammenhang mit diluvialen Kalkmassen, so dass eine Grenze zwischen beiden zu ziehen schwierig. Sie enthalten Blätter-Abdrücke oder Stengel von Pflanzen, Schalen von Mollusken, noch lebenden Arten angehörig. In nicht wenigen Fällen wird der Niederschlag des Kalkes durch Pflanzen vermittelt. Es gibt wohl keine geeignetere Oertlichkeit um sich hievon zu überzeugen als die viel besprochenen und besuchten Travertinos an den Wasserfällen bei Tivoli. Ich konnte leicht feststellen — sagt **Ferd. Cohn,** welcher im J. 1863 dort verweilte — dass noch heutzutage, an allen im Bett des Aniene unterhalb der Cascade befindlichen Körpern Travertin sich in ganz derselben Eigenthümlichkeit bildet, wie er in grossartigster Ausdehnung in den umgebenden Felsen auftritt. Alle Gegenstände im Flussbett, mögen es nun Zweige von Brombeeren oder Rosen, Blätter von Eichen und Erdbeerbäumen, oder Wurzeln der benachbarten Sträucher oder Bäume sein: alle sind, so weit sie sich im Wasser befinden, von einem mehr oder weniger dicken Kalk-Ueberzug incrustirt, welcher einen genauen Ueberguss derselben bildet. Es führen die Pflanzen im Wasser, welches kohlensauren Kalk gelösst enthält, die Fällung desselben herbei, so lange nicht so viel freie Kohlensäure darin vorhanden, um trotz des Consums der Pflanzen noch den Kalk in Auflösung zu erhalten. Die Porosität des Tuffes spielt nach **Cohn** bei der Bildung eine wichtige Rolle, indem sie die Diffusion gestattet. Wenn aus dem in den Poren der jungen Kalkkruste enthaltenen Wasser der ganze gelöste Kalk auskrystallisirt ist, so nimmt das in den Poren zurückbleibende reine Wasser aus der Kalklösung des umgebenden Flusswassers so lange doppelt kohlensauren Kalk auf, bis es die nämliche Concentration wieder erlangt hat. Wenn dieser Kalk aufs neue auskrystallisirt ist, wiederholt sich der Vorgang so lange, als die capillaren Poren des Tuffes sich noch mit dem äusseren kalkreichen Wasser vollsaugen können. **Cohn** weist darauf hin, wie bei der bekannten Travertin-Cylinder die Wachsthums-Weise der kryptogamischen Gewächse von Einflusse. Die Moose besitzen ein unbegrenztes Spitzenwachsthum, in Folge dessen die obersten Sprossen sich fortdauernd verlängern, selbst wenn die unteren Glieder längst abgestorben sind. Bei den Travertin-Cylindern zeigen sich die Spitzen der Moose in frischer Vegetation, während die lebendig eingemauerten Stengel und Blätter absterben und sich gelb färben.

Hierher gehören auch die Kalke, welche sich in abgeschlossenen Räumen, unter der Erdoberfläche bilden. In Bergwerken, namentlich in verlassenen Gruben erzeugen sich nicht selten Kalktuffe; so z. B. bei Richelsdorf, die durch arsensaures Kobaltoxydul aufs Schönste rosenroth gefärbt sind. In sächsischen Gruben, Annaberg, Marienberg, erscheint Kalktuff in zackigen, ästigen Gestalten, durch die verschiedensten metallischen Stoffe gefärbt. In den Gruben zu Altgebirg in Ungarn haben die dort einbrechenden Kupfererze dem Kalktuff eine grüne Farbe verliehen. — Die Tropfsteine oder Stalactiten, die Zierden so vieler Höhlen, gehören hierher.

Kieseltuff-Ablagerungen. Kieseltuff oder Kieselsinter wird in manchen

Gegenden durch warme Quellen abgesetzt. Bald dicht und fest, bald locker, zerreiblich, von weisser, häufiger von graulicher oder gelblicher Farbe.

Verbreitung: in der Umgebung des Geysir auf Island; Mont d'Ore les Bains, Auvergne; Pico de Teyde auf Teneriffa; San Miguel, Azoren.

Unter allen Kieseltuff absetzenden Quellen ist der Geysir der merkwürdigste. Unter den mannigfachen Schilderungen desselben verdient zumal die neuere von **Zirkel** Beachtung.*) Der grosse Geysir hat sich aus kieseligen Tuffen und Sintern einen flachgewölbten Kegel von hellgrauer Farbe aufgebaut. Die Höhe dieses Kegels beträgt 30 F. über der Thalfläche und der Durchmesser fast 200 F.; seine Böschung ist sehr flach, da er sich gegen O. und N. nur mit 9—10°, gegen W. und S. aber kaum mit 7° abdacht. Der Kegel ist — so bemerkt **Zirkel** — gerade wie ein Vulkan gebildet, indem auf dem Gipfel sich ein fast kreisrundes, kesselartiges Becken einsenkt, dessen innerer Theil ebenfalls ziemlich flach geneigt ist. In dem tiefsten Punkte in der Mitte dieses Beckens ist das eigentlich trichterartige Rohr der Quelle, 75½ F. senkrecht hinabsteigend angesetzt. Das Bassin misst an seinem oberen Rande 58 F. im Durchmesser und besitzt in der Mitte eine Tiefe von 6—7 F. Das Quellenrohr hat bei seiner Ausmündung in das Becken einen Durchmesser von etwa 12 F. Die Innenseite des Beckens ist mit Kieselinkrustationen bekleidet, bietet eine weissliche Oberfläche dar; die tiefsten Stellen desselben, so wie der hinunter steigende rohrartige Kanal selbst, dessen Wandungen in fortdauernder Berührung mit dem Quellwasser bleiben, werden durch die Reibung so glatt erhalten, dass sie wie polirt erscheinen. — Auf weite Erstreckung in der Umgebung des Geysir und der andern Kochbrunnen besteht die Oberfläche aus einer starken Kruste des Kieseltuffs, aus welchem auch die Bassins und Röhren der Quellen aufgebaut sind. Die rieselnden Bäche, welche dem Becken entfliessen, setzen in ihrem Bette und besonders stark an ihren Ufern Rinden von Kieselsinter ab, welche meist aus feinen, papierdünnen, wellenförmig über einander liegenden Schichten bestehen, namentlich das Bächlein Baena (Versteinerungs-Fluss) zeichnet sich aus durch Schönheit und Menge der Petrefacten an seinen Ufern. Alle Körper, welche vom Wasser dieser Quelle benetzt werden, überziehen sich in kurzer Zeit mit einer dickeren oder dünneren Rinde. Es kommen in der Nähe des Geysir verkieselte Pflanzen-Reste in Menge vor. Die zartesten Nerven von Birken- oder Weiden-Blättern, die feinsten gesägten Rippen auf der Oberfläche der Schachtelhalme sind getreu abgedrückt, unzählige Abdrücke von Gräsern und Zweigen kriechender Gesträuche, ja von Blumen finden sich in seltener Schönheit in den Tuffen eingeschlossen; ganze Torfstücke sind in Kieselsinter, fingerdicke Reiser in dunkelbraunen Holzstein umgewandelt. — **Zirkel**, welcher das Glück hatte, eine gewaltige Eruption des Strokkur (einer anderen Quelle beim Geysir) zu sehen, schätzt die Höhe, bis zu welcher die Wassersäule sich erhob, auf 140 F. — Die Eruptionen dieser intermittirenden heissen Quellen (die Temperatur des Wassers im Geysir-Becken betrug nach **Zirkel** 98° C.) werden bekanntlich durch die Kraft gespannter Dämpfe bewirkt und zwar nach **Bunsens** Untersuchungen dadurch, dass das erkaltete in die Oeffnung des Geysirs zurückfallende Wasser in den Kanälen wieder eine höhere Temperatur erlangt, so dass das Wasser unter dem Druck der auflastenden Wassersäule dampfförmig wird und die Eruption eintritt.

---

*) Reise nach Island im Sommer 1860 von **W. Preyer** und **F. Zirkel.** 1862. S. 239 ff.

Eisenerz-Ablagerungen. Eisenhaltige Quellen setzen noch fortdauernd, wenn sie an die Erdoberfläche treten, Eisenoxydhydrat ab und weil sich derartige Niederschläge oft unmittelbar unter der Rasendecke einstellen, werden sie auch als Raseneisensteine bezeichnet.

Es ist niemals reines Eisenoxydhydrat, sondern meist ist Phosphorsäure (von 0,5 bis zu 10%), Manganoxydhydrat, Kieselsäure, Thon, Kalk vorhanden.

Verbreitung: besonders in sandigem Boden, mehr oder weniger Sand, Fragmente von Quarz, Kieselschiefer und anderer Gesteine umschliessend, so dass vollständige Conglomerate entstehen. Die Niederungen des nördlichen und östlichen Deutschlands sind reich an Eisenerz: die Haiden Westphalens, Lüneburg, Brandenburg, Pommern, Lausitz u. s. w. In Schweden wird in Sümpfen und Seen viel Brauneisenerz abgesetzt, das sog. See-Erz; in Smaland und Wermeland zählt man an 400 Erz enthaltende Seen.

Pflanzliche Stoffe spielen bei der Ablagerung von Eisenoxydhydrat, wie bei der Bildung der Kalktuffe, eine einflussreiche Rolle. Faulende Pflanzen machen nämlich das in lockeren Gesteinsmassen enthaltene Eisenoxyd auflösslich, indem es zu Oxydul und durch Kohlensäure in Wasser aufgelösst wird.

Torf.

Beschaffenheit. Torf ist ein Gemenge von einer, der Braunkohle nahestehenden, aus Zersetzung von Vegetabilien hervorgegangenen Substanz mit erdigen und nicht völlig zersetzten pflanzlichen Theilen. Man unterscheidet folgende Arten von Torf: 1) Rasentorf, besteht hauptsächlich aus so wenig veränderten Pflanzen-Resten, dass man solche noch gut erkennen kann, ist von gelbbrauner Farbe und lockerer Beschaffenheit; 2) Fasertorf, innig gemengte schwarzbraune Masse von mehr oder weniger zersetzten Pflanzentheilen durchzogen; 3) Pechtorf, von dunklerer Farbe als der Fasertorf, nur wenig erkennbare Pflanzen-Reste enthaltend und im feuchten Zustande schlüpfrig, ausgetrocknet sehr fest. (Dahin gehört auch der Baggertorf, so genannt, weil er als Schlamm aus dem Wasser „gebaggert" d. h. geschöpft wird.) 4) Torferde, schwerer, zerreiblicher wie die anderen Torfarten.

Chem. Zus. Neuerdings wurden durch **Nessler** verschiedene Torfe aus dem badischen Lande untersucht, wie namentlich von Muggenbronn und Tiefenau im nördlichen, von Dürrheim und von Schluchsee im südlichen Schwarzwald, ferner von Stockach und Konstanz.

	Muggenbronn.	Tiefenau.	Dürrheim.	Schluchsee.	Stockach.	Konstanz.
Kohlenstoff	57,88	53,58	51,61	55,93	50,37	46,75
Wasserstoff	6,48	6,23	4,90	5,78	4,60	3,57
Stickstoff	6,33	1,54	2,09	1,04	2,26	2,31
Sauerstoff	25,79	26,30	32,33	36,35	32,56	29,60
Unorganisches	3,52	12,24	8,98	0,89	9,21	9,36
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Entstehung des Torf. Der Torf ist eine an die Erdoberfläche geknüpfte Bildung, da wo gehemmter Wasserabfluss in Niederungen oder in höheren Regionen eine wasserdichte Grundlage die Zersetzung der Pflanzen unter Wasser, bei Abschluss der Luft, begünstigen, und Humussäure und Humuskohle erzeugen. Unter den Pflanzen, welche vorzugsweise zur Entstehung des Torfes beitragen, sind besonders Moose *Sphagnum cymbifolium* und *Sph. palustre*; ferner *Eriophorum latifolium*, *E. vaginatum, Carex acuta, caespitosa* zu nennen, während in den Hochmooren *Erica tetralix* und *Caluna vulgaris* von Bedeutung.

Verbreitung des Torf. Sowohl im Hoch- als im Flachlande auf den verschiedensten Gesteinen abgelagert in allen Ländern des mittleren und nördlichen Europa. So von der holländischen Grenze durch das ganze norddeutsche Tiefland bis nach Russland; aber auch im Harz, am Brocken, am Bruchberge. auf den erhabensten Punkten des Thüringer Waldes, wie am Schneekopf; im Erz- und Fichtelgebirge, im Riesengebirge, im rheinischen Schiefergebirge; in Württemberg bei Sindelfingen, Brenz, Wurzach; in Baden auf den Höhen des Schwarzwaldes bei Dürrheim, am Schluchsee; im Rheinthal bei Philippsburg, Schwetzingen; in den Umgebungen des Bodensee; in der bayerischen Ebene; in Schottland, sehr verbreitet in Irland u. s. w.

Mineralien im Torf. Besonders Eisenvitriol und Markasit, die oft so reichlich sich einstellen, dass man Vitriol gewinnt (Vitrioltorf), so bei Neisse in Oberschlesien, bei Torgau. Auch Blaueisenerde kommt, aber nie reichlich vor: Pommern, Schlesien, Hannover; zuweilen sind kleine Holzstücke in Blaueisenerde umgewandelt. Raseneisenstein bildet kleine Nester und Schichten im Torf, wie im Mecklenburgischen.

Organische Reste im Torf. Sowohl pflanzliche als thierische sind nicht selten, sie gehören vorzugsweise noch lebenden Arten an. Unter ersteren Stämme von Eichen, Erlen, Birken, Weiden; oft liegen dieselben in gleicher Richtung der Länge im Torf. Auch Baumstämme mit Spuren von Axt-Hieben hat man getroffen. Von Thieren finden sich: Süsswasser-Schnecken, namentlich verschiedene Arten von *Planorbis* und *Limneus*; ferner Knochen von Pferden, Hirschen, Ochsen Schwein (sog. Torfschwein), Schafen, Bibern, Flussschildkröten.

Menschen-Reste im Torf. In verschiedenen Gegenden hat man in Tiefen von 6 bis 12 F. im Torf menschliche Körper aufgefunden, die (vermöge der im Torf vorhandenen Gerbstoffe und Humussäure) noch gut erhalten, obschon sie von hohem Alter waren; so z. B. eine weibliche Leiche mit Sandalen an den Füssen bekleidet auf der Insel Ayholm in Lincolnshire im J. 1747. — Das Vorkommen menschlicher Gebeine im Torf von Holstein, Ostfriesland dürfte zum Theil durch die im XII. und XIII. Jahrhundert üblich gewesene Art der Todesstrafe: des Versenkens in Torfmoore zu erklären sein.

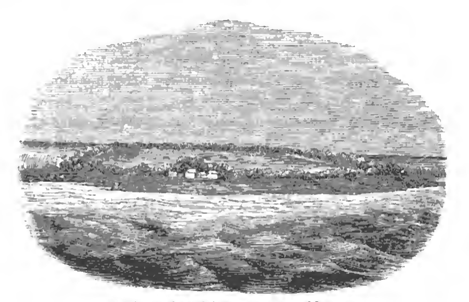
Erzeugnisse menschlichen Kunstfleisses im Torf wurden vielfach nachgewiesen, aus den verschiedensten Zeiten stammend; celtische, römische Waffen, Schleudern, Münzen, Ringe, irdene oder metallene Gefässe, sogar Strecken römischer Strassen mit noch ganz gut erhaltenem Pflaster mehrere Fuss tief unter der jetzigen Oberfläche.

Fortbildung des Torfes, das sog. „Nachwachsen" desselben kann man in vielen Gegenden beobachten. Die häufigsten Torf-Arten, die Moostorfe von verschiedenen Arten von *Sphagnum* (welches wie oben bemerkt auch bei Bildung der Kalktuffe von Einfluss) gebildet, entstehen wohl in verhältnissmässig kurzer Zeit bei der bekannten Fähigkeit des *Sphagnum,* dass seine unteren Stengel absterben während die oberen fortwachsen, was eine Erhöhung der Torfmoore zur Folge hat. — In der

Nähe von Radolphzell in Baden ist innerhalb 25 Jahren eine 4 F. mächtige Torflage entstanden, ebenso bei Warmbrüchen in Hannover während 30 J. eine gegen 5 F. mächtige Torfmasse. — Was das Alter des Torfes betrifft, so dürfte wohl von vielen Ablagerungen desselben das gelten, was **Belgrand** von denen im Seine-Thal sagt. „Das Alter des Torfes entspricht einer wichtigen Epoche in der Geschichte des Menschen und der Erde. Es hat sich der Torf im Grunde unserer Thäler in einer Epoche gebildet, wo die grossen früheren Wasserläufe schon ersetzt waren durch unsere kleinen modernen Flüsse. Die roh behauenen Feuersteine haben Geräthschaften Platz gemacht, die zwar noch aus Feuerstein sind, doch polirt und von vollkommnerer Bearbeitung. Die Bronce, das Eisen verdrängen den Stein: die historische Zeit beginnt. Das Alter des Torfes entspricht demnach dem Alter der polirten Steine, der Bronce, des Eisens und der polirten Steine. Die grossen Thiere der Steinzeit verschwinden und werden ersetzt durch Thiere unserer modernen Zeit."

Ausbrüche von Torfmooren gehören zu den besonders denkwürdigen Erscheinungen. Schottland, Irland waren namentlich schon oft der Schauplatz verheerender Katastrophen. Bei Sligo fand, zwischen Gaevah und Bloomfield im Januar 1831 nach Aufthauen des Schnees ein Ausbruch statt; die schwarze Torfluth — aus einer Masse von mehreren hundert Morgen Torf bestehend — bewegte sich stromartig, führte Bäume und Steine mit sich, bedeckte Wiesen und Aecker. — Der Torfstrom von Fairloch unfern Ballymena, der am 17. Sept. 1835 ausbrach, hatte in wenigen Tagen eine Fläche von einer Viertel-Meile Länge und von 200 bis 300 Fuss Breite stellenweise bis zu 30 Fuss Höhe bedeckt und nach 14 Tagen schon das Ansehen gewonnen, als sei er schon seit vielen Jahren dagewesen. Durch den Ausbruch waren 70 Morgen Bauland verloren gegangen.

Kalk-Bildung durch thierische Thätigkeit. Es giebt bekanntlich Inseln, die nur aus von Polypen aufgebauten Kalkmassen bestehen, die Korallen-Inseln.*)



Whitesundays Island im stillen Meere.

*) Das neueste und umfassendste Werk ist von **J. D. Dana,** Corals and Coral-Islands. London 1872.

Verbreitung: hauptsächlich im stillen Ocean, west- und ostindischer Archipel, im rothen Meere. Zu den bedeutendsten gehören namentlich die gegen 470 geographische Meilen lange Inselreihe der Malediven und Laccediven an der s. w. Küste von Malabar; ein gegen 1000 Meilen langes Riff an der n. ö. Küste von Australien.

Das Gedeihen der Polypen erfordert eine gewisse Temperatur des Meeres, im Mittel etwa 27 bis 29° C. Die Polypen, welche nur im Meere leben, errichten ihre Bauten nie über die Meeresfläche; erst 5 bis 6 F. unterhalb derselben trifft man sie. Gewöhnlich darf auch die Tiefe keine zu bedeutende sein und 200 F. im Durchschnitt nicht übersteigen. Je nach der Form der Korallen-Inseln unterscheidet man: 1. Korallen-Riffe, auch Küstenriffe genannt, weil sie hauptsächlich an den Küsten vorkommen, längs welcher sie sich in meist schmalen Streifen hinziehen; so im ost- und westindischen Archipel, an der Küste von Afrika. 2. Korallen-Inseln, vereinzelt im Meere vorkommend, auch Atolls genannt, nach einem Maldivischen Namen. Sie sind von rundlicher oder elliptischer Form und von einem Riff umgeben. Dieses Riff ist entweder völlig abgeschlossen oder es besitzt einen oder auch mehrere Einschnitte, durch welche die vom Riff umgrenzte Lagune mit dem Meere in Verbindung steht. Korallen-Inseln besitzen besonders im stillen Ocean eine beträchtliche Verbreitung; zu ihnen gehören die Malediven und Laccediven.

Korallenkalk oder Riffstein. Die frühere Annahme, dass der Korallenkalk aus übereinander liegenden Partien rasenbildender Korallen bestehe, ist namentlich durch **Dana** widerlegt. Der Riffstein besteht vielmehr aus einem mehr oder weniger feinen Schutt von Korallen, Bryozoen, Echiniden und Conchylien, welche durch ein kalkiges Cäment zu einem oft ziemlich festen Gestein verbunden. Es lassen sich nach **Dana** verschiedene Abänderungen des Riffsteines unterscheiden: conglomerat-artige, an die Korallen-Kalke früherer Perioden erinnernd; tuffartige, poröse und ganz dichte, die gewissen Alpenkalken gleichen. Eben dieser dichte Riffstein ist es, der bei der Bildung der Inseln eine bedeutende Rolle spielt. Er enthält manchmal gar keine erkennbare organische Reste oder nur Steinkerne solcher, so dass man eher ein mesozoisches Gestein vor sich zu haben glaubt. Das Eiland Metia besteht ganz aus einem 250 F. über das Meer emporgehobenen Riffstein, in dem sich zahlreiche, mit Stalactiten ausgekleidete Höhlen befinden. Es kommen auch Riffsteine von deutlich oolithischer Structur vor, namentlich in der Nähe der Brandungen. Endlich kommen Riffsteine vor, die aus Dolomit bestehen, über 38% kohlensaure Magnesia enthalten. — Von grosser Bedeutung ist auch der von **Dana** gelieferte Nachweis, wie Stein bildende Algen, die sog. Nulliporen sich am Aufbau der Korallen-Inseln betheiligen. Im Bereiche der Brandung überziehen sie Fragmente von Muscheln und Korallen mit feiner Kalkrinde und cämentiren sie endlich zu einer so festen, compacten Masse, dass sie dem heftigsten Andrang der Wogen Widerstand leisten kann.

Kalktuffabsätze in den Tiefen der Meere. Die so lange gehegte Ansicht, dass mit einer gewissen Tiefe der Meere alles organische Leben erlischt, ist durch die merkwürdigen Tiefsee-Forschungen in letzter Zeit widerlegt worden. Vermittelst sehr sinnreich zusammengesetzter Senk-Instrumente an Tauen von ausserordentlicher Länge hat man aus den tiefsten Regionen des Oceans Grundproben zu Tage gefördert, die wesentlich aus kohlensaurem Kalk und einer mikroskopischen Fauna bestehen. Das Verdienst dieser merkwürdigen Ent-

deckungen gebührt den Naturforschern englischer, nordamerikanischer Expeditionen.

Zusammensetzung des Kalkschlammes. Der in einem grossen Theil des nordatlantischen Oceans den Grund bildende kalkige Schlamm wird zum Theil aus Foraminiferen gebildet, insbesondere aus Schälchen der Gattung *Globigerina* und *Textilaria;* aus Kiesel-Scheibchen von Diatomeen ferner und zwar vorwiegend aus eigenthümlichen Kalkscheibchen, sog. Coccolithen, welche **Huxley** entdeckt hat. Der englische Zoolog unterscheidet zwei Formen: Discolithen oder Scheibensteinchen von flacher und Cyatholithen oder Napfsteinchen mehr von rundlicher Gestalt. Endlich betheiligen sich an der Zusammensetzung noch zerriebene Schalen früherer Generationen. Die ganze Masse des Schlammes scheint von einem lebenden Organismus durchdrungen. **Huxley** hat denselben Bathybius*) genannt. Von Interesse ist die chemische Zusammensetzung eines solchen Tiefsee-Schlammes durch **Gümbel** ermittelt, nach Entfernung der gröberen Kalkschälchen: 59,65 kohlensaure Kalkerde, 1,44 kohlensaure Magnesia, 11,36 Thonerde, Eisenoxyd und Phosphorsäure 1,26 Kalkerde und Magnesia, 20,29 Kieselsäure, 3,05 organische Substanz, 3,74 Wasser. S. = 100,00.

Die Untersuchungen vermittelst des sog. Schleppnetzes wurden namentlich von **Sars** begonnen im J. 1864. Er erhielt an der norwegischen Küste aus 200 bis 240 Faden Tiefe etliche 427 Species Seethiere. — Die von **Carpenter** und **Thomson** geleiteten Forschungen auf dem englischen Dampfer Lightning an der Nordküste von Schottland und an den Faroer im J. 1868 förderten besonders den oben geschilderten Schlamm aus Tiefen bis zu 650 Faden zu Tage. Die genannten Forscher ermittelten eine kalte und warme Area im Meere und erklären diese Temperatur-Differenzen dadurch, dass hier die Grenze des äquatorialen und polaren Stromes sei. Ferner schlossen **Carpenter** und **Dawson,** weil die Bewohner dieser zwei Regionen in gleichen Tiefen sowohl in Bezug auf Grösse als Character der Species verschieden, dass der Character der Fauna nicht von der Tiefe, sondern von der Temperatur und den Strömungen des Meeres abhänge: eine Thatsache, die das Vorhandensein zwei ganz verschiedener Faunen auf gleichem Horizonte in älteren Formationen erklärt, wie z. B. im Malm. — Weitere Entdeckungen brachten die von **Agassiz** und **Pourtales** in den Jahren 1867 und 1868 geleiteten Untersuchungen an der Südküste des n. Amerika im Golfstrom, zwischen Cuba und den Bahama-Inseln einerseits und Florida anderseits in Bezug auf die Korallenriffe. Die Area des Riffes besitzt eine von den tieferen Stellen ganz verschiedene Fauna. Letztere geht nicht tiefer als 10 Faden und besteht sowohl aus Riff bauenden Korallen als auch auf dem Riff lebenden Thieren, unter denen *Rhipidigorgia flabellum, Diadema antillarum* und *Strombus gigas* besonders häufig. Diese Riffzone erstreckt sich von Cap Sable längs der Küste von Florida in einer Breite zwischen 12—20 Meilen; an ihrer Grenze beginnt eine thierisch weniger belebte Region. Der Boden besteht aus schlammiger Masse auf dem hauptsächlich Würmer, viele Algen und nur wenig lebende Korallen befindlich. Mit einer Tiefe von 50 bis 60 Faden beginnt die dritte Region welche bis zu 250 Faden Tiefe erlangt. Sie besteht aus Kalk-Conglomerat und bildet ein etwa 100 Meilen langes Plateau, das Pourtales-Plateau genannt. Hier hausen eine Menge kleiner Korallen, viele Echiniden alle bis jetzt nicht bekannten

*) βαθύς = tief, βιῶ, ich lebe.

Species angehörig. — **Agassiz** schliesst aus seinen Untersuchungen, dass kein geschichtetes Gestein von der ältesten bis auf die neueste Zeit in grossen Tiefen abgelagert worden, die Hebungen und Senkungen des Festlandes können daher nicht bedeutend gewesen sein. Ablagerungen losen Materials, in denen keine Spur mariner organischer Reste vorhanden, können nicht am Meeresgrund gebildet sein. — Unter den letzten Tiefsee-Forschungen verdienen noch die von **Jeffreys** im Jahre 1869 an der Mündung des Kanals Erwähnung, welcher aus Tiefen von mehr denn drei englischen Meilen Meeresschlamm mit neuen Formen zu Tage förderte; das Wasser aus grossen Tiefen ist reich an Kohlensäure und an gelösten organischen Substanzen. — Gegenüber der älteren Anschauung, dass in grösseren Tiefen das organische Leben aufhöre, haben die Tiefsee-Forschungen gezeigt, dass sogar in einer Tiefe von 14610 F. noch die mannigfachsten Thierformen gedeihen und dass sogar Korallen noch existiren, wie das in 300 Faden Tiefe gelegene und belebte Pourtales-Plateau beweist.

Gletscher.

Der in den höchsten Regionen bedeutender Gebirge, wie namentlich in den Alpen fallende, trockene, feine, bald aus Nadeln, bald aus zierlichen Sternen bestehende Schnee, auch Hochschnee genannt, erleidet das ganze Jahr hindurch keine Veränderung. Aber in geringeren Höhen, mit 10,000 Fuss an, schmelzen die Nadeln und Sterne zu rundlichen Körnern, die sich allmählig zu einer körnigen Masse zusammenballen, welche Firn genannt wird. Die Massen von Hochschnee und von Firn, über der Schneegrenze befindlich, bilden die Quelle der sogen. Gletscher. Diese sind aber nichts anderes, als ursprüngliche sich thalabwärts bewegende Firnmassen. Das Eis derselben wird, sobald es in den Alpen bis zu Höhen von 7800—7600 herabkommt, in Gletschereis umgewandelt, d. h. die Firnkörner schmelzen zu einer festen körnigen Masse zusammen, die in einzelne bläuliche und weisse Lagen abgetheilt und nicht allein von vielen Luftblasen, sondern auch von zahlreichen Haarspalten nach allen Richtungen durchzogen ist.

Das Gletschereis unterscheidet sich also namentlich dadurch von dem Firneis, dass bei diesem die Eiskörner durch ein Cäment von Eis, bei jenem aber unmittelbar mit einander verbunden sind. Die schöne blaue Farbe, welche die Massen des Gletschereises im Grossen betrachtet zeigen, ist noch nicht genügend erklärt.

Rother Schnee. Nicht der frisch gefallene Schnee, sondern der etwas unter der Oberfläche des Firns befindliche besitzt oft eine rothe Färbung, welche oft auf beträchtliche Strecken hin wahrzunehmen (St. Bernhard, Oetzthaler Gletscher). Dieselbe ist durch die Anwesenheit kleiner Infusorien-Arten, besonders von Disceraea nivalis und von Protococcus nivalis veranlasst. Die Gletscher-Masse ist geschichtet; die einzelnen Schichten werden durch Zwischenmittel von Sand und Gruss getrennt. Ihre Mächtigkeit ist verschieden, in den oberen Theilen geringer (1 bis 2 F.) als in den unteren (6 bis 8 F.). Die Gesammtmächtigkeit der Gletscher zeigt sich eben so verschieden; es gibt deren, die nur 60 bis 80 F. mächtig, andere, die 300 bis 500, aber auch solche, die 1000 bis 1500 F. und darüber mächtig sind. Auch die Aus-

dehnung der Gletscher, d. h. ihre Länge und Breite, ist eine sehr ungleiche. Während manche bei einer Länge von 4 bis 5 Meilen eine Breite von einer Stunde erreichen, sind andere nur eine halbe Stunde lang und kaum eine Viertelstunde breit.

Verbreitung der Gletscher. Dieselbe ist in Europa eine sehr bedeutende, zumal in den Alpen; ihre Zahl soll sich hier auf 400 belaufen und ihre Ausdehnung über 1400 engl. Quadratmeilen betragen. In den östlichen, den Tyroler und Salzburger Alpen sind es namentlich Ortler Spitze, Oetzthal, Grossglockner, Venediger, Ankogel; in den westlichen Alpen aber Monte Rosa, Mont-Blanc, Bernina, Finsteraarhorn. — in den Pyrenäen finden sich Gletscher besonders am Mont Perdu, Maladetta, bei Cabrioules; reich an Gletschern ist Norwegen, besonders die Gegend von Bergen; Island besitzt viele Gletscher, dort Jökuls genannt. Im südlichen Amerika beginnen Gletscher an der Westküste Patagoniens und reichen bis zum Meere unter einer Breite von 46°.

Die Gletscher und ihre Umgebungen sind der Schauplatz denkwürdiger Erscheinungen, welche auf die Veränderungen der Erdoberfläche nicht ohne Einfluss sind.

Schründe. Die Gletscher werden von Spalten durchzogen, die man auch Schründe nennt. Sie besitzen verschiedene Gestalt und Grösse und erstrecken sich meist quer über den Gletscher hin, erreichen selten die Oberfläche des Erdbodens. Die Breite der Spalten beträgt von 5 bis über 25 Fuss, während solche 30, 50, ja über 100 Fuss Tiefe besitzen. Durch diese vielen Spalten wird das Begehen der Gletscher in nicht geringem Grade gefährlich. Ihr Entstehen verdanken dieselben der fortdauernden Bewegung der Eismassen sowie den Veränderungen der Luft; ihre Bildung findet namentlich im Sommer unter heftigem Gebrause und Donner statt.

Moränen. Auf den Gletschern sowie an ihren Grenzen kommen eigenthümliche Haufwerke von Gruss, Sand und Gesteins-Trümmern vor, die man Moränen heisst und von welchen bereits die Rede war.

Gletscher-Tische. Vereinzelte Steine, grössere auf der Oberfläche der Gletscher liegende schützen das unmittelbar unter ihnen befindliche Eis gegen das Abschmelzen, während das nachbarliche Eis solchem bis zu einer gewissen Tiefe unterliegt: so bildet sich ein freistehender von einer Felsplatte bedeckter Eispfeiler.

Eislöcher (Gletscherbrunnen). Kleine Steinchen, die von der Sonne weit stärker erwärmt werden als das umgebende Eis, sinken ein und es entstehen trichterförmige Löcher von ziemlicher Tiefe; dieselben füllen sich nach und nach mit Wasser.

Gletscher-Thore. Unter den meisten Gletschern treten Quellen aus Erdtiefen kommend hervor und bewirken, vermöge ihrer wärmeren Temperatur, ein Abschmelzen an der Unterfläche der Eismassen. Am Thalende der Gletscher fliessen die Quellen gewöhnlich aus einer sich nach und nach immer höher wölbenden Oeffnung, den sog. Gletscher-Thoren, die einen prachtvollen Anblick gewähren.

Gletscher-Gebläse. Bei plötzlicher Erniedrigung der Temperatur dringen aus den Spalten im Eise Luftströme von empfindlicher Kälte hervor, Eiskörnchen, Schnee, auch Staub in heftigem Winde fortführend.

Bewegung der Gletscher. Bekanntlich bewegen sich die Gletscher fortdauernd thalabwärts, bis in milderen Regionen die wärmere Temperatur ihr Vordringen hemmt und das Eis schmilzt. Die Ursache dieser Bewegung wurde verschieden erklärt. **Saussure** und **Gruner** behaupteten: Der Gletscher rücke als ein starrer in seinen Theilen unbeweglicher Körper den Gesetzen der Schwere gemäss vorwärts (Rutsch-Theorie). **Agassiz** und **Charpentier** nahmen an: Der Gletscher ist voll Haarspalten, welche sich beim Schmelzen des Eises mit Wasser füllen, um später zu

gefrieren und durch die hierbei stattfindende Volumen-Ausdehnung wird die Bewegung bedingt (Dilatations-Theorie). **Forbes** wies nach, dass die Bewegung der Gletscher sich jener einer halbflüssigen Masse vergleichen liesse; er stellte namentlich folgende Thatsachen auf: die stets regelmässig von Statten gehende Bewegung der Gletscher ist im Sommer etwas rascher wie im Winter; sie wird nicht durch Unebenheiten des Bodens, Enge des Bettes verhindert; der Mittelpunkt bewegt sich schneller als die Seiten, die Oberfläche schneller als der Boden. — Einzelne Theile des Eismeeres bei Chamouni bewegen sich im Sommer innerhalb 24 Stunden um 4 Fuss vorwärts.

Gletscher-Schliffe. Der Felsboden und die Seiten der Thäler, durch welche der Gletscher seinen Weg nimmt, lassen vielfache Spuren dieser Wanderung erkennen: sie sind abgerundet, wie polirt und mit vielen einander mehr oder weniger parallelen Streifen bedeckt. Die Richtung derselben entspricht dem Wege, welchen der Gletscher genommen. Sie werden hervorgebracht durch die eckigen Felstrümmer, welche die Eismasse in ihrer Tiefe umschliesst, und die nun gewaltsam fortgeführt, über den Boden hingeschleift, ihre Spuren hinterlassen.

Polar-Eis.

In den Polar-Gegenden sind ungeheure Flächenräume mit ewigem Eis bedeckt. Von diesem werden in den Sommermonaten unaufhörlich grosse Massen losgerissen, von Strömungen des Meeres ergriffen und fortgeführt. Bald als Eisberge von beträchtlicher Grösse, bald als ausgedehnte nur wenig über die Oberfläche des Wassers erhabene Eisfelder bringen sie den Seefahrern grosse Nachtheile mit sich. Von den schwimmenden Eisbergen und Eisfeldern reissen sich wieder kleinere Massen los, zwischen denen die Schiffe ungefährdet hindurchsegeln. Eisberge sowie Eisfelder sind häufig mit grossen Blöcken, mit Schutt und Gruss bedeckt.

Im Allgemeinen zeigen Bildung und Ablösung der Eismassen von den Polar-Gletschern ähnliche Erscheinungen, wie im Alpengebirge; auf gleiche Weise führen sie Gesteins-Trümmer mit sich fort. Die Ablösung einer Gletscher-Masse und ihr Sturz ins Meer bringt so gewaltige Bewegungen hervor, dass durch die Wogen Schiffe ans Ufer geworfen werden. — Auf seiner Reise nach Oceanien stiess **Dumont d'Urville** in der Nähe des Washington-Kanals auf hoch angehäufte Eismassen von wundersamer Gestalt. Eine, dem schlanksten Thurme ähnlich, hatte über 230 F. Höhe; eine andere von der Gestalt einer Kirche mass etwa 180 F. **Cook**, der unerschrockene Seefahrer, sah am 23. December 1773 im südlichen Eismeere 186 Eisberge um sich, von denen keiner kleiner war, als das Schiff, worauf er sich befand. **James Ross**, der auf seiner Reise in die Südpolar-Gegenden (1839—1844) viel Ungemach durch solche schwimmende Eismassen zu leiden hatte, bemerkt, dass die Eismassen jener Regionen sich von denen des arctischen Meeres durch geringere Formen-Mannigfaltigkeit unterscheiden; sie sind von beträchtlicher Grösse, oft beträgt ihr Umfang 120 bis 180 Fuss. Fortwährend stürzen Massen von demselben herab, ein Beweis, wie selbst in solchen Breitegraden eine stete Zerstörung ihren vernichtenden Einfluss auf diese Eiskolosse ausübt.

Fünfter Abschnitt.

Eruptive Formationen

Eruptive Gesteine werden alle diejenigen genannt, welche aus dem Erdinnern in einem weichen oder halbflüssigen Zustand heraufgedrungen und erstarrt sind, daher man sie auch als Erstarrungs-Gesteine bezeichnet. Einer eruptiven Formation gehören aber alle Gesteine an, die in ihren petrographischen Merkmalen mehr oder weniger übereinstimmen. Als Beweise dafür, dass die als eruptiv bezeichneten Gesteine wirklich von unten emporgedrungen und sich den Weg durch andere bereits vorhandene Felsarten den Weg gebahnt haben, also von jüngerem Alter wie letztere sind, gelten: 1. die Lagerungs-Verhältnisse; die eruptiven Gesteine erscheinen in Stöcken und Kuppen, in Decken und Strömen, andere Gesteine bedeckend, insbesondere aber in Gängen. 2. Die Einschlüsse der durchbrochenen Felsarten, welche die eruptiven Gesteine oft enthalten. 3. Die Störungen, welche durch eruptive Gesteine bei ihrem Heraufdringen veranlasst wurden, und die sich namentlich da, wo dieselben wohlgeschichtete Sedimentär-Ablagerungen durchbrachen, kund geben, indem die Schichten nicht allein mehr oder weniger geneigt, unter steilem Winkel aufgerichtet, sondern auch gebogen, zerstückelt, zertrümmert erscheinen. — Als ein Beweis dafür, dass — wenn auch nicht alle, doch viele der eruptiven Gesteine in einem heissflüssigen Zustand heraufdrangen, gelten die Umwandlungen und Veränderungen, welche sie hervorriefen: Frittungen, Verglasungen von Gebirgsarten, Vercoakungen von Stein- und Braunkohlen: Erscheinungen, die nur durch Einwirkung einer bedeutenden Hitze zu erklären sind. Von nicht wenigen eruptiven Gesteinen ist übrigens anzunehmen,

dass sie einer vereinigten Thätigkeit von Feuer und Wasser ihre Entstehung verdanken. Die eruptiven Gesteine lassen sich nach der Art und Weise ihres Auftretens und Alters in zwei Abtheilungen bringen: 1. in ältere Eruptiv-Gesteine oder plutonisceh Formationen; sie sind aus der Tiefe des Erdinnern durch Spalten und Risse heraufgedrungen, in geringeren oder grösseren Tiefen erstarrt. 2. In neuere Eruptiv-Gesteine oder vulkanische Formationen: sie entstanden oder entstehen noch unter Verhältnissen, wie die Laven gegenwärtig in den Umgebungen eines Vulkans; vulkanische Gesteine sind an der Erdoberfläche oder in deren Nähe erstarrt.

I. Aeltere Eruptiv-Gesteine.

A. Granit- und Syenit-Formationen.

Sie treten vorzugsweise im Gebiete der azoischen Formationen oder noch im Uebergangs-Gebirge auf, erscheinen dann seltener, im Gebiete der mesozoischen Formationen nur ausnahmsweise. Man kann sie, nach **B. v. Cotta**, auch als untere plutonische Formationen bezeichnen. Sie gehören den tieferen Erdbildungen an, die oft in beträchtlichen Tiefen zwischen anderen Gesteinen erstarrten, ohne die Erdoberfläche erreicht zu haben und erst durch spätere Abschwemmung, durch Zerstörung der sie bedeckenden Massen freigelegt wurden. Diese ältesten Eruptiv-Gesteine nehmen oft ansehnliche Flächenräume ein, erscheinen aber auch in vereinzelten Kuppen und Gängen. Sie umschliessen nicht selten Bruchstücke anderer, durchbrochener Gesteine, zuweilen so zahlreich, dass vollständige Breccien entstehen. Hingegen trifft man keine Tuffe als ihre Begleiter.

1) Eruptiver Gneiss.

Im Gebiet der azoischen Formationen ist eruptiver Gneiss mehrfach nachgewiesen.

Eruptiver Gneiss im Erzgebirge. Im mittleren Theile des Erzgebirges sind Gneiss, Glimmerschiefer und Urthonschiefer die herrschenden Gesteine. Namentlich besteht der grösste Theil aus Gneiss, der aber in zwei scharf von einander geschiedenen Abänderungen entwickelt ist. Der eine bildet für die nordöstliche Hälfte des Erzgebirges gleichsam den centralen Gebirgsstock, während der graue Gneiss den rothen als ein Saum umgibt und vielfache Uebergänge in den ihn begrenzenden Glimmerschiefer wahrnehmen lässt. Der rothe Gneiss erscheint mit antiklinem, gegen die krystallinischen Schiefer gerichtetem Einfallen seiner Platten; er durchsetzt dieselben vielfach in kleineren Stöcken und gangförmigen Ausläufern, wie in der Gegend

von Gottesgab, Sonnenberg, Kupferberg, Christophhammer; er umhüllt sie in mehr oder weniger, nach allen Richtungen einfallenden Schollen, wie bei Katharinaberg, Göttersdorf, Kienhaid, Nickelsdorf. In der Nähe des rothen Gneisses zeigen die angrenzenden Schiefer oft einen beträchtlichen Feldspath-Gehalt (z. B. bei Tschoschel unfern Sebastiansberg); sie erscheinen als vollständige Mittelglieder zwischen Gneiss und Thonschiefer, indem die Bestandtheile des ersteren in Berührung mit letzterem bei seinem noch zähflüssigen Zustande sich in dünnen Lagen ausschieden. Aus diesen Thatsachen ergibt sich, dass der rothe Gneiss eine eruptive Bildung, und dass er aller Wahrscheinlichkeit nach — wie **Jokely** glaubt — den ersten gewaltsamen Akt in der Entwickelungs-Geschichte des Erzgebirges herbeiführte. Durch ihn wurde zuerst die Decke der krystallinischen Schiefer gesprengt; die Granite gehören einer späteren Periode an. — Auf das lokale und untergeordnete Vorkommen eines eruptiven Gneisses bei Freiberg hat schon im Jahre 1844 **von Cotta** aufmerksam gemacht; in der Nähe von Freiberg (bei Hilgers Vorwerk) setzen mehrere Gänge von rothem Gneiss mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von einem Fuss im grauen Gneiss auf. Auch bei Eppendorf und Kleinschirma unfern Freiberg durchsetzt rother den grauen Gneiss und umschliesst Bruchstücke desselben; das letztere ist auch bei Königswalde und Mildenau der Fall.

Eruptiver Gneiss im nordwestlichen Mähren. Im Flussgebiete der March, in den südlichen Ausläufern der Sudeten, welche zum grossen Theil aus krystallinischen Schiefer-Gesteinen zusammengesetzt, erscheinen grauer und rother Gneiss unter ähnlichen Verhältnissen wie im Erzgebirge. Auch hier gibt sich die eruptive Natur des letzteren kund. Er bildet zwei lange Züge im grauen Gneiss, sowie vereinzelte Kuppen, von welchen die Schichten des grauen Gneisses rechtsinnig abfallen.

Eruptiver Gneiss im Riesengebirge. Hier bieten sich mehrfach bedeutende Analogien mit dem Auftreten des rothen Gneisses im Erzgebirge, wie namentlich die letzten Untersuchungen **Jokely's** gezeigt haben, der den rothen Gneiss zum Unterschied von dem älteren als Protogyn benennt. In jenem an der Ostseite der Iser gelegenen Theil des Gebirges, das aus einer ausgedehnten Masse von Glimmerschiefer besteht, erscheint eruptiver Gneiss als centraler Kern derselben, in der Form von Stöcken, von welchen aber entschieden gangartige Ausläufer sich verzweigen. Deutliche Gänge des Gneisses im Glimmerschiefer sind zu beobachten, insbesondere ein ausgezeichneter bei Marschendorf. Er zweigt sich von der Gneiss-Masse des Langenbergs bei Niederkolbendorf aus, durchsetzt hier die Kalksteinlager, zieht dann über eine Stunde weit in südlicher Richtung bis zu den unteren Häusern Marschendorfs fort, wendet sich hier am Thonschiefer des Kuhberges westwärts und bildet dann unfern Johannesbad eine besondere Bergkuppe. — Besonders merkwürdig sind die rings von Gneiss begrenzten Schollen von Urthonschiefer und von Grauwacke-artigen Gesteinen, wie sie im Isergebirge südlich der Neisse in grosser Verbreitung entwickelt und der eruptiven Natur des Gneisses gleichfalls das Wort reden. Es lässt sich nämlich das Vorkommen solcher vereinzelter Schiefer-Schollen im Gneiss nicht durch Umkippung der einst höher gelegenen Schiefermassen erklären, sie sind vielmehr von dem Gneiss während seines Empordringens von dem vorhandenen Grund-Gebirge losgerissen worden.

Eruptiver Gneiss in Norwegen. Die herrschenden Gebirgsarten in den Umgebungen von Kongsberg sind Glimmerschiefer, grauer Gneis und Hornblendeschiefer, welche mit einander in deutlichen Schichten wechsellagern Als ältestes

Eruptiv-Gestein erscheint rother Gneiss, eine Art von Granitgneiss, der vielfachen Einfluss auf die älteren Schiefer ausübte. Diese zeigen nach **Kjerulf** in seiner Nähe nicht allein eine mehr krystallinische Beschaffenheit, sondern man trifft häufig losgerissene Schollen der Schiefer im Gneiss. — Nicht weniger deutlich tritt die eruptive Natur des rothen Gneisses oder Gneissgranites in Tellemarken hervor, wie die Untersuchungen von **Kjerulf** und **Tellef Dahll** zeigten. Als älteste Gesteine erscheinen, in mannigfachem Wechsel mit einander auftretend, Quarzitschiefer, Glimmerschiefer, Hornblende- und Talkschiefer, eine Mächtigkeit von 30700 Fuss erreichend. Das Streichen der Schiefer geht der Granit-Grenze parallel, das Fallen der Schichten von derselben. Die Schiefer liegen nicht unter dem Gneissgranit, sondern lehnen sich mit schwachem Einfallen an. Der rothe Gneiss oder Gneissgranit bildet die Unterlage der silurischen Gesteine; er ist eine entschieden eruptive Felsart, denn er durchbricht die krystallinischen Schiefer und schliesst Bruchstücke derselben ein. In der Nähe der letzteren zeigt er eine Absonderung in Platten, die man früher für Schichten ansah. Den Kern der Gneiss-Masse bildet Granit, welcher erstere einer gewaltigen Schale gleich umgibt. Die im Gneiss eingeschlossenen Schiefer-Schollen erreichen oft beträchtliche Grösse.

Aus den genannten Beispielen geht hervor, dass an der eruptiven Natur gewisser Gneisse — die auch unter dem Namen rother Gneiss, Protogyn oder Gneissgranit aufgeführt werden — wohl nicht mehr zu zweifeln ist. Ob aber dieselben als selbstständige Massen heraufgedrungen oder ob sie vielleicht aus der Umschmelzung älterer, in der Tiefe vorhandener Gneisse hervorgegangen, ist weniger erwiesen. Die den meisten dieser Gneisse eigenthümliche Plattung ist wohl durch den gewaltigen Druck der auflastenden Massen der krystallinischen Schiefer zu erklären. Schon vor längerer Zeit hat **Fournet** darauf aufmerksam gemacht, dass wenn in einem zähflüssigen Zustande befindliche Massen nicht durch äussere Einflüsse gestört krystallysiren, die körnige, granitische Structur hervorgeht; finden aber gewisse Einflüsse statt, z. B. ein starker seitlicher Druck, so erleidet die in Berührung befindliche Masse auf eine gewisse Entfernung hin eine Streckung oder Plattung, die grosse Aehnlichkeit mit Schichtung gewinnen kann.

Vorkommen von Gneiss im Gebiete sedimentärer Formationen. In verschiedenen Gegenden treten Gneisse im Bereiche sedimentärer Ablagerungen auf, unter Verhältnissen, die für ein jüngeres Alter derselben sprechen, ohne dass aber ihre eruptive Natur immer mit Sicherheit zu erweisen.

Die Münchberger Gneiss-Bildung. Am n. w. Abfall des Fichtelgebirges, bei Münchberg wird jüngerer Thonschiefer und jüngere Grauwacke der Culm-Formation von einer ansehnlichen, gegen 8 Quadratm. einnehmenden Gneissmasse bedeckt. Dass der Gneiss erst nach der Bildung der genannten Sedimentär-Schichten sein jetziges Ablagerungs-Gebiet eingenommen, d. h. zu den gegenwärtigen Lagerungs-Verhältnissen gelangt ist, darüber kann kein Zweifel obwalten. Aber in der Erklärung der Art und Weise, wie der Gneiss in diese Lagerungs-Form versetzt wurde, darüber sind zwei der hervorragendsten Geologen, welche mit der Oertlichkeit ver-

traut, verschiedener Ansicht. **Gümbel** betrachtet den Gneiss als ein ursprüngliches Glied der azoischen Formation der von seiner unter den sedimentären Schichten befindlichen Lage in Folge einer beträchtlichen Hebung über dieselben gelangte, indem er zersprengt, an seinen Rändern umgekippt wurde und ebenso die Thonschiefer- und Grauwacke-Schichten in eine umgekehrte Lage versetzt wurden. — **Naumann** glaubt den Münchberger Gneiss als eine jüngere Bildung betrachten zu müssen, jedoch als eine sog. kryptogene, d. h. eine solche, deren eigentliche Entstehungs-Weise nicht genügend gekannt. Durch die Annahme einer eruptiven Bildung des Gneisses liessen sich allerdings die eigentlichen Lagerungs-Verhältnisse leichter erklären.

Die Mühlbacher Gneiss-Bildung. Unweit Frankenberg, bei Mühlbach und Cunnersdorf liegen zwei Gneiss-Stöcke über der nämlichen Zone der Silur-Formation in discordanter Lagerung und werden von Culm Conglomerat bedeckt. Die silurische Formation zieht sich in fast gleicher Breite zwischen den beiden Gneiss-Stöcken und dem Glimmerschiefer hin. Der letztere erscheint oft in genauem und regelmässigen Verband mit Gneiss; in der Nähe von Schloss Sachsenburg umschliesst der Gneiss eine Masse von Glimmerschiefer, die keilförmig mitten in demselben steckt. Auch treten Streifen von Glimmerschiefer in vertikaler Stellung im Gneiss auf. Zur Erklärung dieser Vorkommnisse dürften sich, wie **Naumann** bemerkt, nur zwei Hypothesen bieten. Die eine würde wesentlich auf die Annahme hinauslaufen, dass das Material in plastischem Zustande durch den Glimmerschiefer hervorgebrochen ist, wobei grössere Schollen und ganze Schichten-Fragmente des Schiefers mit fortgerissen und in den verschiedensten Lagen vom Gneiss umhüllt wurden. Demnach wäre der Mühlbacher Gneiss-Stock als eine eruptive Bildung zu betrachten. Die zweite Hypothese würde auf der Annahme beruhen, dass dem dortigen Gneiss eine oder einige Schichten von Glimmerschiefer regelmässig eingelagert waren und dass später bedeutende und gewaltsame Verwerfungen statt fanden, bei welchen die Schiefer-Schichten, als das weichere und das nachgiebigere Material, theils aus einander gezogen, theils zusammengestaucht und in grossen Fetzen zwischen die verschobenen Gneiss-Massen eingeklemmt wurden.

2. Granit.

Die Lagerungs-Formen der Granite sind mannigfaltig; bald bilden dieselben ausgedehnte Decken, bald ellipsoidische Massen, am häufigsten aber Stöcke und Gänge von den verschiedensten Dimensionen.

Granit im Gneiss-Gebiete. Wie bereits früher bemerkt wurde*) gibt es allerdings Granite, welche als gleichzeitige Bildungen mit dem sie umgrenzenden Gneiss, als Glieder der azoischen Formationen zu betrachten und als Lager-Granite bezeichnet wurden. Allein einem grossen Theil der im Gneiss-Gebiete vorkommenden Granite steht ein jüngeres Alter zu, wie aus der Art und Weise ihres Auftretens hervorgeht.

In verschiedenen Theilen des Erzgebirges bildet Granit mehr oder weniger ausgedehnte stockförmige Massen im Gneiss; von diesen aus verzweigen sich zahlreiche

*) Siehe oben S. 168.

Ausläufer nach den verschiedensten Richtungen durch den Gneiss. Die Gänge umschliessen häufig kleinere, scharfeckige Bruchstücke, die Stöcke grössere Schollen von Gneiss. Auch kennt man Beispiele, dass Granit-Gänge die dem Gneiss eingelagerten Massen körnigen Kalkes durchsetzen, wie bei Kosmacow im Pilsener Kreise in Böhmen. — Im Riesengebirge waltet ein ganz ähnliches Verhältniss des Granits zum Gneiss; besonders auffallend ist die Grösse und Häufigkeit der vom Granit umschlossenen Gneiss-Schollen, so namentlich in den Umgebungen von Rumburg und Hainsbach. — Im Gneiss des Schwarzwaldes sind Gänge von Granit eine ganz gewöhnliche Erscheinung. So durchsetzen nach **Sandberger** Gänge eines feinkörnigen Granits von wenigen Fuss bis über 500' Mächtigkeit den Gneiss auf beiden Seiten der Letterstatter Höhe und um diese fast strahlenförmig gruppirt, im oberen Wolfsnale, Griesbachthale und mittleren Renchthale. In den Bächen bilden selbst die kleineren Gänge immer Schwellen. Auch im Höllenthal, bei Horben, St. Blasien, bei Laufenburg sind die Granit-Gänge zu beobachten.

Granit im Glimmerschiefer-Gebiete erscheint unter ganz ähnlichen Verhältnissen, in Stöcken und Gängen von der verschiedensten Mächtigkeit; eine häufig vorkommende Erscheinung ist, dass der Glimmerschiefer an der Grenze gegen den Granit eine gneissartige Beschaffenheit annimmt.

Im Erzgebirge ist dies vielfach der Fall; so z. B. im Egerer Kreis lässt sich längs der ganzen Granit-Grenze von Unterneugrün über Rossmeissel, Heinrichsgrün bis Unterrothau weithin verfolgen, dass der Glimmerschiefer in der unmittelbaren Nähe des Granites Feldspath aufnimmt; dies hierdurch entstehende gneissartige Gestein ist aber keineswegs als ein selbstständiges, sondern als ein der Glimmerschiefer-Formation angehöriges Gebilde zu betrachten, gebunden an die Nähe des Granits. Im Egerer Kreise treten besonders häufig an den Contact-Stellen zwischen Glimmerschiefer und Granit Gänge des letzteren auf, den Glimmerschiefer nach allen Richtungen durchschwärmend. — Bei Geyer im Erzgebirge haben drei stockförmige Granit-Massen den Glimmerschiefer durchbrochen, der in ihrer Nähe in Gneiss übergeht. Die eine dieser Massen bildet den wohlbekannten Greifenstein; auf dem Rücken der Kuppe erheben sich gegen 100 Fuss hohe Granit-Klippen, besonders merkwürdig wegen der zahllosen von ihnen eingeschlossenen Glimmerschiefer-Fragmente, von denen die grösseren oft ohne Unterbrechung durch mehrere der polsterförmigen Felsen hindurchgehen. Die Grenzen solcher hin und wieder von Granit-Adern durchzogenen Bruchstücke sind scharf und eckig. — In den Umgebungen von Tirschenreuth in der Oberpfalz kann man zahlreiche Durchbrüche von Granit im Glimmerschiefer beobachten, sowie eingeschlossene Trümmer des letzteren bis zu 18 Fuss im Durchmesser. — Auch im Thüringer Walde findet man längs der Grenze zwischen beiden Felsarten gar nicht selten grössere Schollen von Glimmerschiefer in Granit eingeschlossen; so z. B. am Donsberge oberhalb Ruhla, am Hohewart bei Kleinschmalkalden. — Zahlreiche Gänge von Granit im Glimmerschiefer finden sich ferner in den Umgebungen von Bormio im Veltlin.

Granit und Urthonschiefer kommen gleichfalls unter beachtenswerthen Verhältnissen zusammen vor; in vielen Gegenden haben Granite die Schichten der Urthonschiefer durchbrochen, solche in steile Lage

versetzt, losgerissene Trümmer derselben umschlossen. Namentlich findet man aber als ein ganz charakteristisches Vorkommen in sehr vielen Gebieten längs der Grenze von Granit und Thonschiefer, dass letztere auf grössere Strecke hin in die sogenannten Fleckschiefer, Fruchtschiefer, Chiastolithschiefer*) umgewandelt sind.

Dies ist der Fall im Erzgebirge, in Böhmen bei Schwaderbach, Schieferhütten, Graslitz; allerwärts, wo Granit mit Urthonschiefer in Berührung tritt, nimmt letzterer diese eigenthümlichen fleck- oder knotenartigen Ausscheidungen von einem Hornblende ähnlichen Mineral auf. Sehr ausgezeichnet finden sich diese räthselhaften Gesteine in Sachsen bei Kirchberg, bei Wesen, Wechselburg, Burkersdorf u. a. O. In den genannten Gegenden zeigt sich oft der Thonschiefer auf eine halbe Stunde weit vom Granit aus in Fleckschiefer umgewandelt. — Im Riesengebirge wird der Urthonschiefer, wo er mit Granit zusammenkommt, zu Fleckschiefer. — Die chemische Untersuchung solcher metamorphischen Schiefer aus den Umgebungen von Lengenfeld und Schreiersgrün in Sachsen durch **Carius** hat ergeben, dass sie sich in ihrer Zusammensetzung von den als unverändert erscheinenden Thonschiefern in keiner Weise unterscheiden und dass also die Veränderung weder auf einer Zufuhr noch einem Verlust von Stoffen beruht, sondern nur auf einer chemischen oder mechanischen Umsetzung der vorhandenen Substanz. — Mit Berücksichtigung der hydatoplutonischen Entstehung des Granits lässt sich die Metamorphose der Schiefergesteine nach der Ansicht von **Th. Scheerer** durch Wasser erklären, welches die Gesteins-Elemente in den Zustand versetzt, in welchem sie fähig sind auf einander chemisch zu reagiren und neue Verbindungen einzugehen und welches die Ausdehnung des Umwandelungs-Processes auf eine gewisse Entfernung, mit allmähliger Abnahme möglich macht; dann hohe Temperatur und starker Druck, welcher die Einwirkung des Wassers auf die einzelnen Moleküle und dieser selbst auf einander in bedeutendem Masse verstärkt und endlich einen sehr langen Zeitraum, welcher kleinen Ursachen bedeutende Erfolge zu erzielen gestattet. — Auch die Chiastolith-Schiefer scheinen in den meisten ihrer Verbreitungs-Gebieten an die Granit-Grenzen gebunden zu sein; so bei Gefrees in Bayern, Strehla in Sachsen, in der Bretagne, in den Pyrenäen.

Granite im nämlichen Gebiete von verschiedenem Alter. In verschiedenen Gegenden zeigt es sich deutlich, dass die dort vorkommenden Granite nicht einer Periode angehören, sondern von verschiedenem Alter. Wie dies oft schon durch ihre petrographische Verschiedenheit, so wird es weiter durch die gegenseitigen Lagerungs-Verhältnisse bestätigt.

In verschiedenen Theilen des Erzgebirges lassen sich deutlich zwei Granit-Abänderungen unterscheiden. Im Saazer Kreise in Böhmen bilden Granite von mittlerem Korne, zum Theil porphyrartig, mehr oder weniger ausgedehnte stockförmige Massen innerhalb des Gneiss-Gebietes; zweitens feinkörnige Granite, die vorzugsweise längs der Grenze der mittelkörnigen Granite und der krystallinischen Schiefer in der Form von Gängen erscheinen und nicht allein letztere, sondern auch den Granit vielfach durchsetzen. Es ist daher wahrscheinlich, dass nach Hervorbrechen des mittelkörnigen

*) Siehe oben S. 40.

oder Gebirgs-Granits und beim Erstarren desselben viele Spalten entstanden, welche nun durch nachdringendes, aus dem nämlichen Heerde stammendes granitisches Material ausgefüllt wurden — Die Granite der Umgebung von Carlsbad sind wohl ebenfalls von verschiedenem Alter, wie **Naumann** gezeigt hat. Der eine Granit des Hirschensprunges sehr grobkörnig, oft porphyrartig und der Granit des Kreuzberges, meist feinkörnig; das Auftreten des letztern in gangartigen Zügen, seine scharfe Trennung im Contact mit dem grobkörnigen Granite sprechen für jüngeres Alter. Auffallend bleibt es nur, dass man noch keine Einschlüsse des grobkörnigen im feinkörnigen Granit getroffen hat. Was **Naumann** über die Carlsbader Granite sagt dürfte für noch manche Granite anderer Gebiete gelten: ein sehr langer Zeitraum dürfte nicht zwischen ihrer Bildung liegen; sie sind mehr als successive Glieder *einer und derselben* Granit-Formation, denn als zwei völlig verschiedene Formationen zu betrachten. — Sehr ausgezeichnet treten die petrographischen und die Alters-Verschiedenheiten im Riesengebirge hervor. Der grössere Theil des Isergebirges und zugleich die Centralmasse des Riesengebirges besteht aus „Granitit".*) während der eigentliche Granit eine viel untergeordnetere Verbreitung besitzt. Nicht allein in der Art seines Auftretens sondert sich Granitit vom Granit; sondern er umschliesst auch zum Beweise seines jüngeren Alters zahlreiche Granit-Trümmer bei Voigtsbach, Reichenbach, Hohenberg u. a. O. Ebenso lassen sich im Thüringer Wald nach **Heinr. Credner** verschiedene Granite unterscheiden; ferner im Schwarzwald, in dessen nördlichem Theile in den Umgebungen von Oppenau und Offenburg ein grobkörniger Granit auftritt, der vielfach von einem feinkörnigen Granit durchsetzt wird. — Die Granite in den Pyrenäen bieten ein weiteres Beispiel; *selten wird sich in einem anderen Gebirge* — so bemerkt **Zirkel** — *mit solcher Deutlichkeit, wie in den Pyrenäen, der Beweis führen lassen, dass das Alter eines krystallinischen Eruptiv-Gesteins in so weiten Grenzen schwankt.* (Siehe weiter unten).

Granit-Gänge im Granit sind eine häufige Erscheinung und werden in den meisten grösseren Gebieten des Granits nicht vermisst. Während der *vorherrschende*, der sogenannte *Gebirgs-Granit*, gewöhnlich von mittlerem Korn, häufig mit *porphyrartiger Structur* ausgebildet ist, erscheinen die „*Gang-Granite*" fast stets als sehr *feinkörnige*, weit seltener als *grosskörnige Granite*. Die Mächtigkeit solcher Gänge ist äusserst verschieden, oft treten zahlreiche auf kurze Strecke neben einander auf, Bruchstücke der durchbrochenen Abänderung umschliessend; auch durchsetzen und verwerfen sie sich zuweilen. Auch verdient es Beachtung, dass die *Gang-Granite* gar oft mancherlei *unwesentliche Gemengtheile* — *Turmalin, Beryll* — *enthalten*, welche dem „Gebirgs-Granit" fehlen.

Längst bekannt sind die schönen Granit-Gänge im Neckarthal bei Heidelberg. Der vorwaltende porphyrartige Granit wird vielfach von Gängen eines an Glimmer armen, feinkörnigen Granits durchsetzt, welchem sich zuweilen Gänge eines grobkörnigen

*) Siehe oben S. 51.


Granit-Gänge im Granit bei Heidelberg.

Granits beigesellen, die auch jene des feinkörnigen Granits durchschneiden. Die beiden Gang-Granite führen häufig Turmalin, der dem porphyrartigen gänzlich fehlt, umschliessen deutliche Bruchstücke desselben und lassen längs der Grenze Rutschflächen wahrnehmen. — Im Schwarzwald sind Granit-Gänge im Granit sehr häufig bei Schönmünzach, Achern, Todtmoos, St. Blasien u. s. w. Dabei zeigen dieselben eine auffallende petrographische Uebereinstimmung, so dass man Handstücke, aus den verschiedensten Theilen des Gebirges entnommen, für Fragmente der nämlichen Felsmasse halten möchte. — In den Granit-Gebieten des Erzgebirges fehlt es nicht an Granit-Gängen. So sieht man im Pilsener Kreise an der Strasse von Schlüsselburg nach Blatta zahlreiche Gänge, 2 bis 6 Zoll mächtig mit auffallend gleichem Streichen den Granit durchsetzen; sie sind entweder sehr fein- oder grobkörnig. Im Egerer Bezirke zeigen sich die Granit-Gänge vorzugsweise längs der Grenze des Gebirgs-Granits gegen die krystallinischen Schiefer, diese wie den Granit durchschwärmend und zuweilen aus einer Felsart in die andere hinüber setzend. Auffallend ist es hierbei, dass während die Gang-Granite in dem Gebirgs-Granit sich sehr feinkörnig zeigen, sie in dem krystallinischen Schiefer mehr von mittlerem Korn. — In Sachsen an den Elbufern bei Meissen, dann bei Niederbobritzsch unfern Freiberg trifft man häufig Granit-Gänge im Granit, ebenso im Fichtelgebirge, im bayrischen Waldgebirge. Die Umgebungen von Tirschenreuth sind durch das Auftreten schöner Gänge ausgezeichnet, namentlich am Mühlbühl, wo man einen Granit-Gang von einem anderen verworfen sieht, der selbst wieder von einem dritten Gang durchsetzt wird, die Gänge enthalten reichlich Turmalin und Beryll. Auch im Riesengebirge sind Gänge feinkörnigen Granits im Central-Granit nicht selten, ebenso im Thüringer Wald bei Ilmenau. Aber wohl nirgends treten Granit-Gänge ausgezeichneter auf, wie in den Umgebungen von S. Piero auf der Insel Elba. Ihre Menge zählt — wie **G. vom Rath** in seiner meisterhaften Schilderung sagt*) — nach Tausenden Gemeinsam allen ist die Gegenwart des Turmalins, der nie fehlt, während man ihn im Gebirgs-Granit vergeblich sucht Mit Recht macht **G. vom Rath** auf die Schwierigkeiten einer Erklärung dieser Granit-Gänge von S. Piero aufmerksam. Dass die mancherlei schönen Mineralien in den Gang-Graniten nicht der Erstarrung einer feurigflüssig injicirten Masse ihre Bildung verdanken, dürfte kaum zu bezweifeln sein; wahrscheinlicher dass die Stoffe zu den Mineralien der Gänge in irgend welcher Lösung aus den Erdtiefen (nicht aus dem Nebengestein) herbeigeführt wurden. — Auf der schottischen Insel Arran wird der grobkörnige Granit des Goatfell nach **F. Zirkel** von einer Anzahl zoll- bis fussbreiten Gängen eines feinkörnigen Granits durchsetzt, die schwerer der Verwitterung anheimfallend, rippenartig auf den Gesteins-Wänden hervorstehen. — Auf Spitzbergen sind, nach **Nordenskiöld**, Granit-Gänge im Lager-Granit nicht selten; sie führen dem

*) Die Insel Elba. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1870.

letztern fehlende Mineralien, wie Turmalin und Orthit. Endlich seien noch, als besondere Analogie mit den Gängen von S. Piero auf Elba zeigend die Granit-Gänge von Goshen und Chesterfield in Massachusetts erwähnt, welche die schönen bunten Turmaline, Berylle, Lepidolithe führen.

Granite von jüngerem Alter als die Uebergangs-Formation. Obwohl in manchen Verbreitungs-Gebieten der Uebergangs-Formation die Granite sich von höherem Alter zeigen als letztere, wie aus den Lagerungs-Verhältnissen und den in den Grauwacke-Conglomeraten enthaltenen Granit-Trümmern hervorgeht, so fehlt es andererseits nicht an Beispielen, dass noch nach Ablagerung der silurischen und devonischen Schichten Eruptionen von Granit statt hatten.

Im Harze erscheint Granit in besonders denkwürdigen Beziehungen zur Uebergangs-Formation. Er erhebt sich hier in von einander getrennten Massen um die erhabensten Punkte dieses Gebirges, den Brocken und Ramberg zu bilden, vielfach in Berührung mit den Schichten von Thonschiefer und Grauwacke tretend. Wo solches der Fall, erscheint ein eigenthümliches Gestein, der sog. Hornfels, welches die deutlichsten Uebergänge in die angrenzenden Massen des Sedimentär-Gebirges wahrnehmen lässt. Es ist dieser Hornfels nichts anderes, als ein aus der Umwandlung von Thonschiefer oder Grauwacke hervorgegangenes Grenz-Gestein, eine sehr feinkörnige Masse von grauer oder gelblichgrauer Farbe, dessen Gemengtheile nur schwer zu erkennen. Die chemische Zusammensetzung eines charakteristischen Hornfels von der Achtermannshöhe ist nach **C. Fuchs:** 72,95 Kieselsäure, 7,64 Thonerde, 3,65 Kalkerde, 1,80 Magnesia, 1,19 Kali, 2,42 Natron, 8,13 Eisenoxyd, 1,30 Wasser. S. = 99,08. Die Umwandlung der Thonschiefer in Hornfels beruht auf chemischen Vorgängen und zwar auf einer Aufnahme von Kieselsäure, Abnahme von Kalkerde und Magnesia, wodurch eine dem Granit im Allgemeinen entsprechende Zusammensetzung entsteht. Die Mächtigkeit des Hornfels, welcher stets als ein Grenzgebilde zwischen den Uebergangs- und Culm-Gesteinen und Granit erscheint, oft als vollständige Decke auf letzteren, ist sehr wechselnd, bald nur wenige Fuss, bald über tausend Schritte. Ausser dem Hornfels findet sich noch ein anderes metamorphisches Grenz-Gestein, welches man nach seiner äusseren Beschaffenheit für Kieselschiefer halten möchte, das sich aber bei näherer Untersuchung von diesem durch seine Schmelzbarkeit vor dem Löthrohr und seine chemische Zusammensetzung unterscheidet; es enthält nämlich der Kieselschiefer vom Sonnenberg nach **Fuchs:** 61,16 Kieselsäure, 20,91 Thonerde, 1,14 Kalkerde, 3,72 Magnesia, 2,09 Kali, 3,58 Natron, 7,40 Eisenoxyd. S = 100,00. Der sogen. Kieselschiefer, welcher an der Grenze des Granits auftritt, ist demnach ein metamorphisches Gestein, aus der Umwandlung von Thon- oder Grauwacke-Schiefer hervorgegangen. Als entschiedene Beweise für das jüngere Alter des Granits sind auch die Gänge zu betrachten, welche er als Ausläufer seiner Hauptmasse längs der Grenze gegen den Hornfels in diesen entsendet; so an der Rehberger Klippe unfern Andreasberg, im Ockerthal, in der Harzburger Forst, an der Rosstrappe. Auch hat man Einschlüsse von Hornfels im Granit gefunden. — Im Gebiete der Uebergangs-Formation des Thüringer Waldes erscheinen Granite als jüngere Gebilde. Eine Abänderung setzt einen schmalen Zug zwischen dem Thonschiefer des Schwarzathales zusammen, die andere tritt in Gängen und kleinen Kuppen zwischen dem Thonschiefer von Neuwerk und Vesser hervor.

In dem Schwarzathal wird der an Orthoklas reiche Granit gegen den Thonschiefer von einem gneissähnlichen Gestein begrenzt, während anderwärts, wie z. B. am Steinberg bei der Obstfelder Schmiede, der Thonschiefer in eine hornfelsähnliche Masse umgewandelt erscheint. Als eine beachtenswerthe Thatsache hebt es **Credner** hervor, dass das Vorkommen des Granits im Thonschiefer-Gebiet des Thüringer Waldes auf die silurischen Glieder desselben beschränkt ist, ohne zwischen den devonischen Gebilden zu erscheinen, und dass demnach die Eruption des Granits vor Ablagerung der devonischen Schichten statt hatte. — In den Umgebungen von Baden, im Schwarzwald treten in geringer Verbreitung, aber unter interessanten Beziehungen zum Granit, Schiefer auf, die wohl der oberen, devonischen Abtheilung der Uebergangs-Formation angehören dürften. Die Schiefer wurden von dem Granit steil gehoben, ihre Massen zerstückelt und einzelne im Granit eingeschlossen, welcher den Schiefer dicht bei Baden gangförmig durchsetzt; in der Nähe des Granits zeigen sie sich in gneissartige Gesteine und in Hornfels umgewandelt, der von dem Harzer in keiner Weise zu unterscheiden. Chemische Zusammensetzung des Hornfels von Baden nach **Risse:** 70,89 Kieselsäure, 14,00 Thonerde, 4,09 Eisenoxyd, 1,40 Kalkerde, 0,58 Magnesia, 4,11 Kali, 4,87 Natron. S. = 99,47. Mit Recht bemerkt **Fr. Sandberger,** dass diese Umwandlungen der Schiefer wohl nicht unmittelbar bei der Eruption des Granits erfolgten, indem wasserhaltige Silicate sich schwerlich dabei gebildet kaben dürften. Wahrscheinlicher ist es, dass die Granit-Eruptionen nur die Schichten gehoben und zerrissen haben, dass in einzelnen derselben eine Umlagerung ihrer Bestandtheile zu krystallinischen Silicaten angeregt worden ist, bei welcher aus Zersetzung von Bestandtheilen des Granits hervorgehende alkalische und Magnesia-haltige Lösungen wahrscheinlich die Neubildung von Feldspath, Glimmer und Metachlorit in den ursprünglich aus Thonschlamm und Quarzstaub bestehenden Schiefern bewirkt haben. — Sehr ausgezeichnet treten Granite in den untersilurischen Thonschiefern der Insel Arran auf. Die Grenze zwischen beiden Gesteinen ist oft sehr scharf. In der Nähe eines der vielen Fjorde, des Loch Ranza ziehen sich nach **Zirkel** zahlreiche Ausläufer aus der Granit-Masse in den Schiefer hinein, welcher etwas hornfelsartig geworden. Bei der Catacol-Bucht auf Arran beobachtete **Zirkel** zwei schöne feinkörnige Granit-Gänge im Thonschiefer, einer 5, der andere 1 F. mächtig. — Der devonische Thonschiefer Cornwalls, der sogenannte Killas, wird sehr häufig von Granit-Gängen durchzogen, die sich gegenseitig durchsetzen und verwerfen. Zwischen Granit und Schiefer treten oft Zonen eigenthümlicher feldspathiger Schiefer auf. — In Norwegen lassen die Granite insbesondere zu den Kalksteinen der Uebergangs-Formation beachtenswerthe Beziehungen wahrnehmen. Bei Christiania dringt, wie **Naumann** beobachtete, eine keilförmige Granit-Masse zwischen die Schichten des Grauwackekalkes ein, deren obere Grenze parallel den Schichtungs-Linien zieht, während die untere sich in viele Ausläufer verzweigt, welche die Kalkstein-Masse durchsetzen. Bei Drammen zeigt sich ein graulichblauer silurischer Kalk, wo er an den Granit grenzt, in weissen, körnigen Kalk umgewandelt; an der Grenze beider Gesteine finden sich mancherlei Silicate, Wollastonit, Granat. Im Uebergangs-Gebirge von Canada (in der sog. Gaspé-Gruppe) setzen in den silurischen Kalksteinen in den Umgebungen der Seen von St. Francis und Megantic zahlreiche Gänge von Granit auf, 2 bis 3 Fuss mächtig, die nach allen Richtungen ganz kleine, kaum Zoll breite Ausläufer in den Kalkstein senden **(Logan.)**

Granite jünger als die Steinkohlen-Formation kommen

nicht häufig vor; man hat solche in Devonshire und in Schottland beobachtet. Ueberhaupt haben die mehr allgemein verbreiteten Eruptionen von Granit nach Abschluss der devonischen Periode ein Ende erreicht und während und nach Ablagerung der Steinkohlen-Formation traten an ihre Stelle die Porphyre. Indess fehlt es nicht an Beispielen, dass noch nach der Ablagerung der mesolithischen Formation Granite empordrangen, aber es sind meist örtliche, auf einzelne Gegenden beschränkte Vorkommnisse. Bei manchen derselben ist auch das jüngere Alter des Granits noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Granit jünger als Schichten der Trias-Formation findet sich zugleich mit Syenit in Tirol, von dem später die Rede sein soll.

Granit jünger als Lias. Von hohem Interesse sind die Mittheilungen **Zirkels** über das Verhältniss zwischen Granit und Lias in den Pyrenäen. Bei Erce hat Granit die Lias-Formation durchbrochen und schliesst viele Fragmente von Kalkschiefer ein. Dieselben sind, wie **Zirkel** bemerkt, so zahlreich eingeknetet, dass ein wahres Conglomerat von Schiefer-Bruckstücken durch Granit verkittet, entsteht. — An einer anderen Stelle, unfern Aulus, setzen mächtige Granit-Gänge in dem grauem Liaskalk auf. Im Contact zeigt sich eine deutliche Kalkstein-Breccie. Von diesen Gängen zweigen sich Ausläufer in den Kalk hinein. An nicht wenigen Stellen zwischen Erce und Aulus ist in der Nähe der Granite der Liaskalk krystallinisch-körnig geworden, er ist vielfach in weissen Marmor umgewandelt, der dem parischen nicht nachsteht. Auch sind im Kalkstein verschiedene Silicate entstanden.

Granit jünger als Kreide. Die Granite der Pyrenäen scheinen sogar jünger wie die Kreide-Formation zu sein. Nach **Dufrénoy** treten am Pic de Bugarach Gänge von Granit in neocomen Kalksteinen auf, die an der Grenze des Granit krystallinisch-körnig. **Rozet** berichtete von Granit-Gängen im Kreide-Kalk bei Lesquerde.

Entstehung des Granits. Wenn die Lagerungs-Verhältnisse entschieden für die eruptive Natur des Granit sprechen, so bleibt noch die Frage übrig, in welchem Zustand sich der Granit befand. Gegen eine Entstehung einzig und allein auf feurig-flüssigem Wege, ohne irgend eine Mitwirkung des Wassers sind mannigfache und erhebliche Gründe geltend gemacht worden.

Zunächst hat man von chemischer Seite hervorgehoben, dass die Gemengtheile des Granits keineswegs in der, ihrem Erstarrungs-Punkt entsprechenden Reihenfolge gebildet sind, denn bei der allmähligen Abkühlung eines feurigflüssigen Gemenges sollte voraussichtlich der bei einer höheren Temperatur als der Orthoklas erstarrende Quarz zuerst, alsdann jener und zuletzt der Glimmer fest werden. Nun stellt sich aber der Quarz meist als der zuletzt gebildete der Gemengtheile ein. Man hat aber bei obiger Annahme nur den Erstarrungs-Punkt der einzelnen Körper für sich ins Auge gefasst und dieser ist — wie

bereits **Bunsen** ausdrücklich hervorgehoben hat — niemals derjenige, bei welchem er aus seinen Lösungen in anderen Körpern fest wird.

Der Erstarrungs-Punkt einer chemischreinen Verbindung — so bemerkt **Bunsen** — hängt allein von ihrer stofflichen Natur und dem Drucke ab, wogegen der Erstarrungs-Punkt eines mit anderen Substanzen zu einer Lösung verbundenen Körpers ausserdem noch und zwar hauptsächlich von dem relativen Verhältniss der sich gelösst haltenden Substanzen bedingt wird; es ist die Voraussetzung unzulässig, dass Quarz und Feldspath aus ihrer feuer-flüssigen Lösung bei ihren respectiven Schmelzpunkten fest werden müssten. Wir finden vielmehr in völliger Uebereinstimmung mit den Erfahrungen, die wir bei allen Lösungen machen können, dass in dem an Feldspath reichen Schriftgranit der Quarz vor dem Feldspath, in anderen gleichzeitig mit demselben und in noch anderen nach demselben ausgeschieden wurde Wenn nun der Quarz, wie **Rose** gezeigt hat, nicht einmal weit von seinem Schmelzpunkt in die amorphe lösliche Modification von der Dichtigkeit 2,2 übergeht, und wenn dieses Mineral aus dem geschmolzenen Granit-Gemenge bei den allerverschiedensten Temperaturen auskrystallisiren konnte, und zwar stets nur unter seinem Schmelzpunkte, so wird man daraus wieder in völliger Uebereinstimmung mit der Erfahrung nur schliesen können, dass der unterhalb seines Schmelzpunktes aus dem feuerflüssigen Granit-Gemenge krystallisirende Quarz gerade so wie der noch weiter unterhalb dieses Schmelz-Punktes aus wässerigen Lösungen krystallisirende aller Voraussicht nach nicht das spec Gew. = 2,2 sondern die Dichtigkeit = 2,6 und die damit verbundenen Eigenschaften zeigen werde.

Die mikroskopischen Untersuchungen der Granite*) haben in letzter Zeit sehr merkwürdige Einschlüsse in denselben nachgewiesen und für den Versuch einer Erklärung der Genesis des Granits wichtige Beiträge geliefert. Dahin gehört namentlich die unverkennbare Uebereinstimmung, welche Granite von den aller verschiedensten Fundorten in Bezug auf die Flüssigkeits-Einschlüsse im Quarz zeigen. Wie **Zirkel** in seinem neuesten Werke**) bemerkt, gestatten die bis jetzt an den Graniten ausgeführten mikroskopischen Untersuchungen über die muthmassliche Entstehungs-Weise derselben folgende Schlüsse: 1. Die Granite sind gebildet bei Gegenwart von Flüssigkeiten oder von Gasen, welche sich zu Flüssigkeiten verdichtet haben. 2. Die Festwerdung der Granite muss mit Rücksicht auf die Natur der Flüssigkeits-Einschlüsse unter hohem Druck vor sich gegangen sein. 3. Directe mikroskopische Beweise für die Erstarrung aus einem Schmelzfluss werden in der Regel vermisst.

*) Siehe oben S. 54.

**) Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine S. 319.

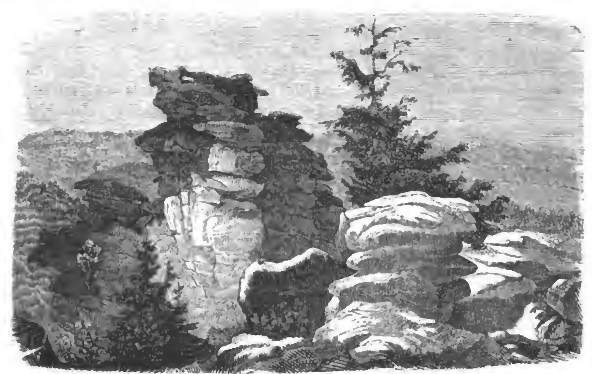
Es sei hier noch der Ansicht derjenigen Geologen gedacht, welche, ohne die eruptive Abkunft des Granit in Abrede zu stellen, in seiner gegenwärtigen petrographischen Beschaffenheit, d. h. mineralogischen Zusammensetzung Gründe gegen pyrogene Bildung finden. **Haughton** hat schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass das Wasser bei der Entstehung des Granits eine bedeutende Rolle spielte. Er sieht in dem Granit ein hydrometamorphisches Gestein, d. h. ein ursprünglich geschmolzenes, das sich in Adern und Gängen in andere Gesteine eingedrängt hat, aber durch heisses Wasser eine Erhöhung seines specifischen Gewichts, eine andere Anordnung seiner Gemengtheile erfahren hat. Ein grosser Theil der Granite soll nach **Haughton** auf solche Weise gebildet sein, während er andere, z. B. die Granite Irlands als pyrometamorphische Gesteine betrachtet, d. h. als ursprünglich aus Wasser abgelagerte Sedimente, welche allmählig durch Hitze eine Umwandlung erfuhren. — Nach der Ansicht von **A. Knop***) ist der Granit ein metasomatisches Eruptiv-Gestein, welches aus trachytischen Massen unter Mitwirkung des Wassers, hoher Temperatur und starken Druckes in grösseren Tiefen aus den Bestandtheilen jener hervorgegangen. Die plutonischen Gesteine sind überhaupt nach **Knop** durch substantielle und zeitliche Uebergänge aus den analogen vulkanischen Laven in grösseren Tiefen der Erdrinde entstanden.

Berg- und Felsformen der Granite. Die Gestalten der Berge des Granits sind eben so mannigfaltig als seine Gesteins-Beschaffenheit. Bald findet man schroff emporsteigende Bergmassen mit zackigen, spitzigen Gipfeln oder schmalen, dachförmigen Kämmen, bald erheben sich gewaltige Dome mit sanften Umrissen, bald wechseln einzelne hervorragende Berge und Hügel mit ganz allmälig ansteigenden Höhen, die, mit reicher Vegetation geschmückt, sich in ausgebreitete Ebenen verlaufen. — Noch mannigfaltiger als die Formen der Berge sind jene der Felsen. Es giebt wohl kaum ein grösseres Granit-Gebiet, wo nicht die seltsamen, phantastischen Formen dieses Gesteins die Aufmerksamkeit fesseln und der Einbildungskraft einen reichen Spielraum gewähren, die sich aus den von Ferne gesehenen Granit-Felsen Schlösser und Burgen, Thürme und Obelisken, Altäre und Säulen schafft. Die granitischen Regionen Deutschlands sind reich an solchen wunderbar gestalteten Felsen, die vom Munde des Volkes mit den seltsamsten Namen belegt, an die sich die abentheuerlichsten Sagen knüpfen. Im Erzgebirge sind es namentlich die schon oben erwähnten**) Greifensteine bei Geyer. Stockförmige Granit-Massen, die hier den Glimmerschiefer durchbrochen haben, auf dem Rücken des Berges sich in einer Reihe von zehn gegen 100 Fuss hohen polsterförmig über einander gethürmten Felsen erheben, die einen überraschenden Anblick gewähren, welche die Sage für Trümmer eines verwünschten Schlosses erklärt. Im Böhmer Wald gehören der Dreisselstein, Rossberg, Königstein, dann die Teufelsmühle, das Butterfass bei Falkenberg zu den merkwürdigsten Felsen, im Fichtelgebirge der Rudolphstein, Nusshart, der Waldstein u. a. Insbesondere ist aber der Harz berühmt wegen seiner Granit-Felsen, die zum Theil sonderbare, auf alte Sagen gegründete Namen führen, wie die Teufelsmühle bei der Victorshöhe, die Studentenklippe im Ockerthal, die Hopfensäcke, der Pflasterstoss am Brocken, die Hohneklippen, der Hexenaltar, namentlich aber die Schnarcher im oberen Bodenthal. Abgesehen von dem Interesse, welches der Anblick solcher Felsen erregt, gewährt ihre nähere Betrachtung, namentlich der eben genannten im Harze, noch einen tieferen Blick in ihre Entstehungs-

*) Siehe oben S. 178.

**) Siehe oben S. 372.

Weise. Die meisten solcher freistehenden Klippen bestehen nämlich keineswegs aus einer einzelnen, zusammenhängenden Masse, sondern aus über einander gethürmten Platten und Blöcken. Dieselben sind ein Werk der Absonderung des Granits, der oft nach verschiedenen Richtungen von



Die Greifensteine.



Die Schnarcher.

Klüften durchzogen ist, welche den stets wirkenden Atmosphärilien den Weg bahnen; aus den anfangs ganz schmalen Klüften werden Spalten, welche den Granit in unregelmässige, platten- und blockförmige Massen trennen. Ein Beispiel gewähren die

„Schnarcher" im Harze. Unfern Schirke erheben sich zwei gegen 80 Fuss hohe Steingebilde aus Schichten-artig über einander gethürmten Granit-Platten bestehend, deren eigenthümlicher Name sich auf das Geräusch gründet, das durch die vom Winde gegen die Felsen bewegten Tannenzweige hervorgebracht wird.

Felsenmeere. Eine sehr häufige Erscheinung in den meisten Verbreitungs-Gebieten des Granits sind die auf den Gehängen und Rücken der Berge oft in grosser Menge umherliegenden Granit-Blöcke Wild und regellos übereinander gethürmt, an Ecken und Kanten bald mehr, bald weniger abgerundet, gewähren solche Anhäufungen granitischer Massen einen sonderbaren Anblick Man findet sie sehr ausgezeichnet im Harze, zumal in den Umgebungen des Dorfes Schirke, im Erzgebirge, im mittleren Böhmen, im Fichtelgebirge (Louisenburg bei Alexandersbad), im Schwarzwald in den Umgebungen des Schluchsees, bei Tryberg, Hornberg, Schönmünzach u. a. O. — Um die Entstehung dieser Felsenmeere zu erklären hat man früher besondere Kräfte in Anspruch genommen, gewaltige Fluthen oder heftige Erschütterungen; die Bildung der Blöcke durfte sich aber in den meisten Fällen auf eine einfachere Weise ableiten lassen. Die Blöcke sind Theile grösserer Granit-Massen, welche durch die Absonderung und die unablässige Thätigkeit der Atmosphärilien getrennt wurden; der unterbrochene Zusammenhang führte alsdann den Einsturz der Felsen herbei. Die ursprünglich scharfen Ecken und Kanten erlitten in Folge der Verwitterung mehr eine Abrundung.



Verwitterung von Granit-Felsen.

Verwitterung des Granits. **Jul. André** hat über die Verwitterung des Granits interessante Beobachtungen, durch Analysen unterstützt, angestellt. **André** hat untersucht: 1. frischen Granit von Hauzenberg im bayrischen Wald; 2. über diesem liegenden, schon etwas in Verwitterung begriffenen; 3. lockeren Granit, aus dem man den Orthoklas herauslösen kann. 4. Grussartige Masse.

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	73,13	73,71	73,78	74,57
Thonerde	10,50	10,78	11,16	12,02
Eisenoxyd	3,16	3,18	3,76	3,20
Magnesia	1,12	0,82	0,99	0,80
Kali	9,04	8,51	7,07	4,92
Natron	1,80	0, 92	0,33	0,46
Wasser	0,45	0'92	1,76	3,20
Verlust	0,80	1,16	0,70	0,83
	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Verwitterung bringt im Granit im Ganzen folgende Veränderungen mit sich: 1. eine stetige Zunahme von chemisch gebundenem Wasser, eine Art Hydratation. 2. die relativen Mengen der Kieselsäure und Thonerde nehmen in dem Masse zu, in welchem andere Bestandtheile ausgewaschen werden. 3. Dagegen werden Kali, Natron und Magnesia durch den Verwitterungs-Process entfernt, ihre relativen Mengen werden mit zunehmender Verwitterung geringer.

3) Syenit-Gesteine.

Syenitische Gesteine erscheinen unter ähnlichen Verhältnissen wie granitische: Decken, Stöcke und Gänge bildend. In nicht wenigen Gegenden treten Granite und Syenite neben einander auf unter Verhältnissen, die beide als gleichzeitige Bildungen erkennen lassen.

Im Gebiet der azoischen Formationen stellt sich Syenit ungleich seltener ein, wie Granit. Ein Beispiel bietet dessen Vorkommen in der Gneiss-Region des Banater Gebirgszuges, wo Syenit mehrfach im Gneiss auftritt; so namentlich im Thale Ogaschu Perilor, wo er scharf vom Gneisse geschieden demselben deutlich aufgelagert ist. — Ausgezeichnete Gänge von Syenit in Glimmerschiefer hat die Grafschaft Antrim in Irland aufzuweisen, zumal in den Küsten-Gegenden, an den Klippen von Goodland, wo solche Gänge Stunden weit zu verfolgen sind.

Syenit jünger als das Uebergangs-Gebirge ist mehrfach nachgewiesen: in den Vogesen, in Schottland, in Norwegen.

Im Uebergangs-Gebirge der Vogesen tritt Syenit häufig gangförmig auf. — Im Glentilt in Schottland setzt er mehrfach verzweigte Gänge in Thonschiefer und Uebergangskalk zusammen; auf der Insel Jersey durchdringen zahllose Syenit-Adern den Thonschiefer. — Sehr denkwürdig sind die Beziehungen des Syenits zu der Uebergangs-Formation Norwegens. Die Schichten derselben zeigen sich mehrfach durch den Syenit zerrissen, unter beträchtlichen Winkeln aufgerichtet; nicht selten erscheint Syenit dem Thonschiefer aufgelagert. Weithin verzweigte Gänge in letzterem sind am Ullern Aasen unfern Christiania zu sehen. Die Schiefer wie die Kalksteine der Uebergangs-Formation zeigen sich in der Nähe des Syenits mehr oder weniger umgewandelt, die Kalksteine in weisse, körnige Kalke, die Schiefer enthalten Chiastolithe. Die eruptive Natur des Syenits ist besonders durch die neueren Untersuchungen von **Kjerulf** und **Tellef Dahll** bestätigt worden. In Tellemarken hat Syenit das ausgedehnte Silur-Becken ausgefüllt und sich als breiter Strom von etwa 1900 Fuss über den älteren Gneiss-Granit und über die Schiefermassen hingeschoben. Auch die Zirkon-Syenite des südlichen Norwegen sind eruptiv und jünger als die Uebergangs-Formation, wie schon **Hausmann** nachwiess. In ihrer Nähe zeigen sich die Schiefer gehärtet und die dichten Kalksteine in weissen, krystallinischen Marmor umgewandelt, wie dies z. B. bei Stadthalle am Langesunds-Fjord der Fall.

Monzonit im Gebiet der Trias. Dies zwischen Syenit und Diorit stehende*), auch Monzonsyenit genannte Gestein ist besonders merkwürdig durch seine

*) Siehe oben S. 72.

Beziehungen zum Kalkstein der Trias, in welchem es an den Hügeln von Canzacoli unfern Monzoni 2 bis 3 F. mächtige Gänge bildet und Schollen desselben umschliesst. In der Nähe des Monzonit zeigt sich der Kalk in weissen, körnigen Kalk umgewandelt, und wo nur beide Gesteine in Berührung treten, findet sich eine breite Zone von Mineralien im Kalk, die je näher der Gesteins-Grenze um so dichter zusammentreten. Es sind dies zumal Granat, Vesuvian, Gehlenit, Spinell, welche in milchweissem bis blaulichem Kalk liegen. Die Entstehung dieser „Contact-Producte" ist wohl kaum einer unmittelbaren Einwirkung des eruptiven Gesteins zuzuschreiben, vielmehr wässerigen Lösungen, welche an der Gesteins-Grenze die schönen Krystalle von Vesuvian u. s. w. bedingten.

Syenit jünger als Lias. Im mittlen Theile der Insel Skye im Thale Strath tritt Syenit mit Liaskalk in Berührung, der sich an der Grenze in schönen, oft schneeweissen krystallinischen Marmor umgewandelt zeigt. Jede Schichtung und alle Spur von Organismen-Resten ist, nach **Zirkel,** in dem Marmor ausgetilgt. Immer hat sich in der grössten Nähe des Syenits auch die krystallinische Natur des Kalkes am meisten entwickelt. Auch lässt sich deutlich der Uebergang des Ammoniten und Gryphäen führenden Liaskalkes in den Marmor verfolgen, der Contact zwischen Syenit und Lias ist oft sehr schön blossgelegt, so am Loch Slapin; stellenweise ragt eine Ramification des Eruptivgesteins in den Kalk hinein, der hier schöner, körniger Marmor ist.

Syenit jünger als Lias und Neocomien. Im Biharer-Gebirge hat Syenit den Liassandstein durchsetzt, seine Schichten steil emporgehoben und ist als eine stockförmige Masse in die Schichten eines dem Neocomien angehörigen Kalksteins eingedrungen. Er wird von eigenthümlichen, in ansehnlicher Mächtigkeit entwickelten Contact-Gebilden begleitet, einem Gemenge von Wollastonit, Granat und blaulichem Kalkspath. **(Peters.)** Aehnliche Verhältnisse trifft man, nach **Kudernatsch,** in den Umgebungen von Orawicza, Cziklowa u. a. O. im Banat. Weisser Jurakalk so wie Neocomkalkstein werden von Syenit-Gängen durchsetzt, Bruchstücke derselben eingeschlossen und längs der Grenze zeigen sich die nämlichen Contact-Gebilde, wie im Bihar.

Granit-Gänge im Syenit. Als eine in vielen Syenit-Gebieten gar nicht seltene Erscheinung sind die Gänge von Granit zu erwähnen, welche unter ganz ähnlichen Verhältnissen auftreten, wie im Granit selbst. Sie stellen sich aber vorzugsweise da ein, wo grössere Granit- und Syenit-Massen zusammen vorkommen und sich als gleichzeitige Bildungen kund geben; wie in den Elb-Gegenden, im Thüringer Wald, im Odenwald.

Im Syenit-Gebiet der Bergstrasse setzen allenthalben Gänge von fleischrothem feinkörnigen Granit auf, die von jenen im nachbarlichen Gebirgs-Granit in keiner Weise zu unterscheiden sind. Ihre Mächtigkeit wechselt von einem Zoll bis zu mehreren Fussen. Sie fallen sogar noch viel mehr auf, wie jene im Granit, einestheils wegen der dunkleren Farbe des Syenits, andererseits wegen der leichteren Verwitterung des letzteren, aus dem sie oft leistenförmig hervorragen. Beachtenswerth ist auch, dass in diesen Gang-Graniten im Syenit sich einige Mineralien finden, die dem Gebirgs-Granit der Umgegend fehlen, hingegen im Syenit vorkommen, wie Titanit, Epidot.

Berg- und Felsformen. Der Syenit setzt selten hohe Berge zusammen, sondern häufiger rundliche Kuppen flache Hügel mit bauchigen Abhängen. Der

Verwitterung unterliegt der Syenit noch weit mehr, wie der Granit; auch in seinen Gebieten finden sich die gewaltigen Anhäufungen von Blöcken, die sog. Felsenmeere, wie namentlich der Felsberg bei Reichenbach im hessischen Odenwalde ein bekanntes Beispiel gewährt.

B. Diorit- und Diabas-Formationen.

1) Dioritische Gesteine.

Diorit setzt selten ausgedehnte, zusammenhängende Gebiete oder zu bedeutenden Höhen emporsteigende Bergmassen zusammen, wie im Ural. Gewöhnlich bildet er vereinzelte Kuppen oder kleine Hügelzüge. Diorit erscheint besonders im Bereiche der azoischen Formation, im Uebergangs-Gebirge und im Granit, Stöcke und Gänge bildend, seltener trifft man ihn noch in der Steinkohlen-Formation.

Diorit im Gneiss. Im Böhmer Wald, in den Umgebungen von Tonnetschlag, Prachatsch, Christianberg bildet Diorit viele Stöcke und mächtige Gänge im Gneiss; desgleichen im Karlsbader Gebirge bei Schönfeld, Schlaggenwald. — Im Ajol-Thale bei Faymont in den Vogesen setzt Diorit verschiedene, sehr regellose Gänge im Gneiss zusammen. Gewaltige Stöcke von Diorit finden sich im Gneiss im Ben-Lair in Roshire.

Diorit im Glimmerschiefer. Ausgezeichnete Gänge hat der Thüringer Wald aufzuweisen, deren Mächtigkeit meistens 30 Fuss nicht übersteigt. Einer derselben lässt sich, Glimmerschiefer und Granit durchsetzend, von Hohleborn bis in die Gegend von Liebenstein verfolgen, andere finden sich am Breitenberg und Ringberg unfern Ruhla, an den Mummensteinen bei Brotterode. Weder auf das angrenzende Gestein, noch auf den Character des Gebirges scheinen diese Gänge einen besonderen Einfluss auszuüben; dass die Diorite in der Nähe des Glimmerschiefers oft mehr eine schieferige Structur, eine dem Hornblendeschiefer ähnliche Beschaffenheit zeigen, ist eine Erscheinung, die bei den im Thonschiefer auftretenden Diorit-Gängen noch viel schärfer ausgeprägt ist. — Auch im Glimmerschiefer der Sudeten, im Glatzischen sind Stöcke und Gänge häufig, insbesondere in der Nähe der Granit-Grenze.

Diorit im Urthonschiefer. In den Umgebungen von Chlumetz, Mirotitz in Böhmen sind Diorite sehr häufig, viele parallele Züge, die bedeutenderen Bergrücken und Kuppen im ganzen Gebiete des Urthonschiefers bildend. Sie werden von eigenthümlichen Schiefern begleitet, welche theils Dioritschiefer, theils umgewandelte Thonschiefer sind, welche vorzugsweise als Grenz-Gesteine auftreten. Auch zeigen sich die Thonschiefer nicht selten in Fleckschiefer und Knotenschiefer umgewandelt. Das ganze Auftreten des Diorits hat hier, wie in manchen anderen Regionen des Urthonschiefers, einen mehr lagerartigen Character, weil er der Schieferung parallele, lagerartige Körper bildet. Deutliche Gänge von Diorit finden sich im Urthonschiefer des südwestlichen Böhmen bei Tschernoschim und Mies; sehr ausgezeichnete im Böhmer Walde auf dem rechten Ufer der Radbusa unfern Bischofteinitz, die eine Mächtigkeit von 3 Fuss bis zu einem Klafter besitzen und in deren Nähe der Urthonschiefer sich mannigfach gewunden und gebogen, in grösserer Entfernung aber in normaler Lage zeigt.

Diorit im Uebergangs-Gebirge. Nicht minder häufig tritt der Diorit im Uebergangs-Gebirge, zumal im Thonschiefer auf; so z. B. in den silurischen Schiefern

Böhmens. Zwischen Plass und Kasenau durchsetst ein mittelkörniger Diorit-Gang 5 F. mächtig den Schiefer; zwischen diesem und dem Diorit ist eine, mit einer grünlichen, weichen Masse ausgefüllte Kluft, die Diorit- und Schiefer-Bruchstücke umschliesst. Die Schiefer zeigen keine Störung weder im Fallen noch im Streichen, sind aber härter, glänzender in der unmittelbaren Nähe des Diorits. — Im nordöstlichen Kärnthen erscheinen in der Region der Grauwackeschiefer Diorite als kuppenförmige Durchbrüche, so bei Stuttern, Offmanach, am Schloss Neidenstein u. a. O. Sie gehen bisweilen durch Aufnahme von Kalk, der sich auch porphyrartig in der dioritischen Grundmasse ausscheidet, in Blatter- oder Schalstein-artige Gebilde über. Auch fehlen an der Grenze der Grauwackeschiefer nicht eigenthümliche grüne Schiefer, die häufig einen dioritischen Character annehmen, denen aber wegen der nur halb erfolgten Ausbildung ihrer mineralogischen Bestandtheile die krystallinische Beschaffenheit mangelt. — Im Salzburgischen in der Gegend von Forstreit werden die in dem Uebergangs-Gebirge auftretenden Diorite von ganz ähnlichen grünen Schiefern begleitet, welche unverkennbare Uebergänge in Grauwackeschiefer wahrnehmen lassen. — Im Gebiete der silurischen Schiefer des Thüringer Waldes kommen mehrfach Diorite vor; zwischen Vesser und Neuwerk, am Ehrenberg bei Ilmenau, im Schwarzathal u. a. O. An der Grenze seiner meist kuppenförmigen Massen, in der Nähe der Thonschiefer nimmt der Diorit häufig eine schieferige Structur an und geht durch Aufnahme von Kalk in Blatterstein über. — In der devonischen Formation Nassaus im Dillenburgischen, bei Wissenbach bilden Diorite einen ziemlich regelmässigen Zug, Kuppe an Kuppe gereiht; wo sie die sedimentären Schichten durchsetzen, bemerkt man Störungen in den Lagerungs-Verhältnissen und an der Grenze Kieselschiefer-artige schmale Bänder, während Schalsteine gänzlich vermisst werden, was um so auffallender da solche in den nämlichen Gegenden als Begleiter der Diabase eine so wichtige Rolle spielen. — Ein schöner Diorit-Durchbruch in der rheinischen Grauwacke ist auch bei Kürenz unfern Trier zu beobachten.

Diorit im Granit-Gebiet findet sich besonders in den Vogesen. Die Gänge, manchmal von beträchtlicher Mächtigkeit, zeigen sich längs der Granit-Grenze oft reich an Glimmer, so dass wahre Glimmer-Diorite entstehen, während dieselben in der Mitte durch Auftreten von Oligoklas-Krystallen zu Diorit-Porphyren werden. Einen schönen Diorit-Gang im Granit bei Belmsdorf unfern Bischoffswerda in der Lausitz hat **v. Cotta** beschrieben; dieser etwa 20 F. mächtige Gang zeigt sich an der Grenze dunkel, dicht, basaltartig, in der Mitte aber körnig und deutlich gemengt; er wird, wie der Granit, von einem anderen, jüngeren Diorit-Gang von 2 bis 3 Zoll Mächtigkeit durchsetzt von schwarzer Farbe und basalt-artigem Aussehen. Man erkennt an diesem Vorkommen — worauf **Cotta** mit Recht aufmerksam macht — recht deutlich, wie die verschiedenen Grade der Dichtigkeit eines eruptiven Gesteins von der Mächtigkeit des Ganges, von der Nähe oder Entfernung der Sahlbänder abhängig sind. — Im mittleren Böhmen finden sich gleichfalls häufig Diorit-Gänge im Granit, ferner im südlichen Russland, in den Umgebungen von Porogi bei Jampol im Dniester Thal, bei Chomenka. Schon vor mehr denn 30 Jahren beschrieb **Blöde** diese Gänge, welche meist 5 bis 10 Fuss mächtig sind, in der Mitte als wahre, körnige Diorite erscheinen, während die etwa 5 F. mächtigen Sahlbänder auf ganz ähnliche Weise wie im Thonschiefer von Dioritschiefern gebildet werden.

Diorit jünger als die Steinkohlen-Formation. Im Gebiete der Steinkohlen-Formation erscheint Diorit ungleich seltener. Nach den Untersuchungen **Peters**

dürfte dem im Bereiche der Kohlenschiefer und Sandsteine Kärnthens bei Feldkirchen, im Keutschachtthal, dann bei Neumarkt in Krain vorkommenden Diorit ein jüngeres Alter und ein Theil der beträchtlichen Störungen zuzuschreiben sein, welche die Schichten der Steinkohlen-Formation wahrnehmen lässt. — Denkwürdig sind die Veränderungen, welche nach **Zeuschner** der Diorit im Kohlen-Gebirge bei Kattowice in Oberschlesien hervorgerufen. Die Schieferthone zeigen sich hier nämlich in Berührung mit dem Diorit jenen Schieferthonen ähnlich, die man bei Kohlenbränden trifft*), d. h. sie sind roth gebrannt, gefrittet, während der Kohlensandstein verglast worden, eine grünliche Farbe angenommen hat. — Die Diorite des westlichen Frankreich dürften von jüngerem Alter als die dortige Steinkohlen-Formation sein, da sie in solcher gangförmig auftreten.

Tonalit. Dies merkwürdige Gestein**), aus welchem der 11255 F. hohe Monte Adamello in den Alpen besteht, bietet nach **G. vom Rath** ein lehrreiches Beispiel eines eruptiven Gebirgsstockes. Das erhabene Centrum des Gebirges ist Tonalit. Es wird umlagert von steil aufgerichteten Schichten von Glimmerschiefer und Thonschiefer. Die Grenze gegen den Tonalit entspricht genau dem Streichen und Fallen der Schiefer-Schichten. An den über 2000 F. steil abfallenden Thalwänden erblickt man fast geradlinig die Gesteinsscheide hinziehen. In so grossartigem Massstabe möchte sich in wenig Gegenden das Verhalten des plutonischen Gesteins zum Schiefergebirge darstellen.

Ophite, welche in den Pyrenäen eine ansehnliche Verbreitung besitzen***), scheinen aber — wie **Zirkel** bemerkt — gleich den Graniten jenes Gebirges von verschiedenem Alter zu sein. Von besonderem Interesse sind die Verhältnisse im oberen Theile des Valle longue, welches nach Castillon im Lezthale hinabzieht. Hier zeigen sich, nach **Zirkel**, die Jurakalke in der Nähe der zahlreichen Ophitmassen, welche sie durchsetzen, in den schönsten Marmor umgewandelt.

2) Diabas-Gesteine.

Die zur Diabas-Gruppe gehörigen Gesteine, die körnigen und dichten Diabase, die Labradorit-Oligoklas- und Augit-Porphyre besitzen eine ungleich grössere Verbreitung wie Diorite. In der Art und Weise ihres Auftretens unterscheiden sie sich in manchen Beziehungen von diesen. Sehr oft nämlich verleugnen sie ihre eruptive Abkunft und nehmen mehr einen lagerartigen Character an. Häufig werden sie von Mandelsteinen und anderen eigenthümlichen Gebilden, namentlich von Schalstein†) begleitet, zu denen sie in verschiedenen Verbreitungs-Gebieten die nämlichen, sich wiederholenden Beziehungen zeigen. Ungleich seltener gegenüber den Dioriten trifft

*) Siehe oben S. 231.

**) Siehe oben S. 75.

***) Siehe oben S. 74.

†) Siehe oben S. 125.

man Diabase im Bereiche der primitiven Formationen oder älteren Eruptiv-Gebilde, wie z. B. Granit; sie erscheinen vorzugsweise im Uebergangs-Gebirge zu Hause.

Es ist namentlich die Uebergangs-Formation Deutschlands, in welcher die Diabase unter denkwürdigen Verhältnissen auftreten: im Harz, in Nassau in den Lahn-Gegenden; in Westphalen, in Sachsen, im Reussischen, in Franken, in Schlesien, ausserdem aber noch in Devonshire und in Norwegen.

In der devonischen Formation Nassaus, besonders in den Umgebungen von Dillenburg so wie in dem angrenzenden hessischen Hinterlande treten Diabase unter denkwürdigen Verhältnissen auf: sie haben die Schichten des paläolithischen Gebirges mehrfach gehoben und zertrümmert und sind auf eigenthümliche Weise auf Spalten in der Streichungs-Linie der Schichten eingedrungen. Unter den mannigfachen Abänderungen der Diabase hebt **Fr. Sandberger** hauptsächlich dichte Diabase, porphyrartige oder Diabasporphyre, Diabas-Mandelsteine und Schalsteine hervor. Die dichten Diabase bilden zuweilen selbstständige Züge, wie zwischen Dillenburg und Herborn, zu nicht unbedeutenden Höhen (Eschenburg bei Wissenbach 1766 F.) sich erhebend; weit häufiger aber erscheinen sie mit den Mandelsteinen oder Schalsteinen verknüpft durch die vollständigsten Uebergänge. Dies geschieht, indem sich in den dichten und porphyrartigen Diabasen Kalkspath in Mandeln mehr und mehr anhäuft, oft in dem Grade, dass er die Diabas-Grundmasse fast verdrängt. Dieser enge Zusammenhang der Diabase und Schalsteine deutet darauf hin, dass letztere zum grossen Theil als Trümmer-Bildungen zu betrachten sind, deren Entstehung bedingt war durch eine mit dem Aufsteigen des Diabases in einem Meere verbundene theilweise Zersprengung desselben durch Wasserdämpfe und Ablagerung der so gebildeten Trümmer Massen auf dem Meeres-Boden, welche im Verlauf der Zeit die mannigfachsten Veränderungen erfuhren. — Besondere Beachtung verdienen auch die Beziehungen der devonischen Kalksteine zu den Schalsteinen, da sie noch weitere Erklärung über die Entstehungs-Weise der Schalsteine geben. Die Stringocephalen-Kalksteine finden sich nämlich meist von Schalstein ganz umgeben, ja beide bilden oft vollständige Gemenge, sog. Schalsteinkalke oder Kalkschalsteine, welche letztere nichts anders sind als eine Mischung von Diabasschlamm mit den zur Bildung des Stringocephalen-Kalkes erforderlichen Materialien. Kalkschalsteine, wie sie namentlich zwischen Aumenau und Villmar entwickelt, enthalten eben nicht selten Versteinerungen und zwar solche, welche für den Stringocephalen-Kalkstein bezeichnend, (z. B. Stringocephalus, Stromatopora concentrica, Alveolites suborbicularis) ein Beweis, dass die Ablagerung der Diabastuffe oder Schalsteine und das Emporsteigen der mit ihnen verbundenen Diabase hauptsächlich in die Zeit der Ablagerung des Stringocephalen-Kalkes fällt und dass stellenweise eine vollständige Vermengung von Diabastuff mit Kalk statt fand. — Auch zu den im Nassauschen vielfach, z. B. dei Eibach unfern Dillenburg, vorkommenden Rotheisenstein-Lagern stehen Schalsteine und Kalksteine in naher Beziehung. Aus einem stark mit Eisenoxyd imprägnirten Schalstein erfolgen vollständige Uebergänge in Rotheisenstein, desgleichen aus gewöhnlichem Kalkstein vermittelst Kalkeisenstein in Eisenstein. Die Rotheisensteine sind Umwandlungs-Producte von Kalksteinen auf wässerigem Wege; sie enthalten die nämlichen Versteinerungen, wie der Stringocephalen-Kalkstein.

Unter ähnlichen Verhältnissen erscheinen Diabase in der devonischen Formation Westphalens. Sie sind dort meist als Labradorit-Porphyre ausgebildet; ihr Vorkommen

trägt mehr einen lagerartigen Character. Die nämlichen Beziehungen zwischen ihnen, den Mandelsteinen, den Schalsteinen und den Kalksteinen und Rotheisenerz-Lagern finden statt. Letztere zeigen sich besonders an der Grenze der genannten Gesteine. Kalkstein, roth gefärbt, auf den Klüften mit Rotheisenrahm bedeckt, stellt sich gar nicht selten auf den Lagern selbst, als Vertreter des Rotheisenerzes ein. Dieser Kalk, von den Bergleuten Lagerkalk genannt, bildet einen vollständigen Uebergang in den gewöhnlichen Kalkstein, welcher meistens die Lager begleitet. Er enthält Petrefacten, die auch in dem kalkhaltigen Eisenstein vorkommen und deren Masse zuweilen aus Rotheisenerz besteht.

Diabase treten im Gebiet der silurischen Formation des Harzes unter sehr denkwürdigen Verhältnissen auf. Ihre herrschende Lagerungs-Form ist die in Lagern, welche in verschiedener Mächtigkeit den sedimentären Schichten eingeschaltet, eine denselben völlig conforme Lagerung besitzen. Aber fast allenthalben, wo nun die körnigen Diabase im Schiefergebirge auftreten, zeigen die an sie angrenzenden Gesteine eine ganz andere Beschaffenheit, sie lassen die unzweideutigen Spuren einer eigenthümlichen Umwandelung erkennen, die von den Diabasen ausging und die man als Contact-Metamorphose bezeichnet. Es ist eine auffallende Thatsache, dass in dem schon so vielfach durchforschten Harze diese metamorphischen Gesteine so lange unbekannt blieben, während der Hornfels an den Granit-Rändern weit früher beschrieben wurde. Den beiden ausgezeichneten Forschern **C. Lossen** und **Eman. Kayser** gebührt das Verdienst, die merkwürdigen Contact-Gebilde näher kennen gelehrt zu haben.*) Die Contact-Gesteine sind als solche und nicht als ursprüngliche, durch ihr stetes Gebundensein an die eruptiven Diabase zu erkennen. Dass sie ferner durch letztere metamorphosirt und keineswegs eigenthümliche Randbildungen der Diabase beweist die ganz verschiedene Natur beider Gesteine. Die Metamorphose lässt sich von den, den Schichten eingebetteten Diabasen vom Liegenden zum Hangenden oder umgekehrt verfolgen. Sie stellt sich nun gewöhnlich in der Art ein, dass die gewöhnlichen „Wieder-Schiefer"**), je näher sie dem Diabas, um so härter und consistenter werden, ihre Schieferung und Schichtung sich vermindert, an deren Stelle eine dickplattige Absonderung tritt. Dazu gesellt sich oft noch eine parallelepipedische Absonderung, welche die sog. Griffelschiefer bedingt. Die petrographische Beschaffenheit der Contact-Gesteine ist eine sehr mannigfaltige. Besonders erwähnt seien die Fleckschieferartigen Gesteine, die sog. Spilosite, Schiefer mit Chlorit-Concretionen, die einen feldspathigen Kern besitzen und die sog. Desmosite, ausgezeichnet durch den Wechsel heller, felsitischer und dunkler, chloritischer Lagen. — Die stofflichen Veränderungen, welche die Contact-Gesteine erfahren haben, beruhen (wie zahlreiche, sorgfältige Analysen von **Kayser** erweisen) vorzugsweise auf der Zuführung von Natronsilicat; die sauersten Gesteine erscheinen in unmittelbarem Contact mit dem Eruptivgestein. Was die Erklärung nun der ganzen Erscheinung betrifft, so dürfte sie durch die Annahme

*) **C. Lossen:** metamorphische Schichten aus der paläozoischen Schichtenfolge des Ostharzes in der Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1869. **Eman. Kayser:** die Contact-Metamorphose der körnigen Diabase im Harze. Ebendas. 1870.

**) Siehe oben S. 199.

einer hydatopyrogenen Bildungs-Weise der Diabase geboten sein. Drangen aus dem durchwässerten Magma — so bemerkt **Kayser** — mit mannigfachen Stoffen besonders mit dem chemisch so wirksamen Natronsilicat beladene Wasser unter hohem Druck in die angrenzenden Sedimente ein, so scheinen alle Bedingungen selbst zu viel tiefergreifender Veränderungen als sie in den Contactgesteinen vorliegen, geboten zu sein. Denn die gewaltige Kraft des warmen oder überhitzten, mit Alkali-Carbonat oder Silicat imprägnirten Wassers ist bekannt. Quellthätigkeit in Begleitung und als Nachspiel der Diabas-Eruption hat vielleicht durch lange Zeiträume hindurch gewirkt. Dabei war möglicherweise die Temperatur dieser Quellen gar nicht einmal ungewöhnlich hoch. Die der Schichtung überall conformen Lagerungs-Verhältnisse der Diabase, die alle Windungen und Knickungen der Schiefer mitmachen, lassen schliessen, dass die Diabase zu einer Zeit in die Sedimente eindrangen, als diese noch plastisch genug waren um ihnen kein grosses Hinterniss entgegen zu setzen, somit auch keine wesentliche Störung in ihrem Bau zu erfahren. Am wahrscheinlichsten ist die Entstehung der Diabase während des Absatzes der Sedimente. — Die Contact-Gesteine der dichten Diabase, welche in langgestreckten, die Lager des dichten Diabas umgrenzenden Zügen auftreten, sind grüne Schiefer von chloritischer oder glimmeriger Beschaffenheit, welche triklinen Feldspath, Quarz, Epidot auf Schnüren enthalten.

Im Grauwacke-Gebirge Sachsens, in den Umgebungen von Seifersdorf, Langhennersdorf, Planitz finden sich Diabase vollständig den Schichten von Grauwacke und Thonschiefer eingeschaltet und von Diabastuffen und Schalsteinen begleitet, welche ganz wie in Nassau Versteinerungen enthalten, so z. B. sehr häufig bei Planschwitz. — Diabase zeigen auch hier ihre nahen Beziehungen zu den Kalksteinen; die meisten Kalkstein-Massen treten an der Grenze von Diabasen auf, während andere, wie bei Helmsgrün, vollstandig von Diabas-Tuffen umgeben werden. Wie am Harze zeigen sich zwischen Thonschiefer und Diabas in Sachsen in grosser Häufigkeit Kieselschieferartige Gesteine bei Plauen, Nossen, Pausa.

Nicht minder häufig und unter analogen Beziehungen erscheinen Diabase in Franken bei Hof, Steben, Selbitz, bald lagerartig zwischen Schichten von Grauwacke, bald in vereinzelten Kuppen emporragend, bald — wiewohl seltener — Gänge bildend. Bei Berneck setzen mehrere Diabas-Gänge von geringer Mächtigkeit durch den Grauwackeschiefer, der an der Grenze in ein Hornfels-artiges Gestein umgewandelt ist. Stellenweise verzweigt sich der Diabas vollständig durch die Schiefermasse. Auch im devonischen Kalkstein treten Diabas-Gänge von ein paar Fuss Mächtigkeit auf, namentlich in den Umgebungen von Naila. Bei Berneck wird ein, von einer Diabasdecke überlagerter Kalkstein von einem Diabas-Gang durchsetzt, der mit jener Masse in Verbindung steht. Nirgends erlangen die Diabas-Tuffe und Breccien eine so ausgedehnte Verbreitung, wie in Franken und in Sachsen, insbesondere zwischen Hof und Plauen. Sie enthalten eckige wie abgerundete Brocken der verschiedensten Diabas-Gesteine und zeigen einerseits die allmähligsten Uebergänge in Diabas, andererseits in Thonschiefer.

Im Silurbecken von Christiania treten die Diabase bald gang-, bald lagerförmig auf; sie durchsetzen die Thonschiefer, wie die Kalksteine, breiten sich hie und da über dieselben aus oder haben sich zwischen ihnen eingekeilt. In keinem Verbreitungs-Gebiete der Uebergangs-Formation sind übrigens Gänge von Diabas so häufig, wie im Becken von Christiania. Auf der Strecke zwischen Askers Elv und der Kirche von Asker gibt es deren, wie **Kjerulf** bemerkt, so viele, dass es eine mühevolle Arbeit wäre, sie zu zählen. Die mächtigeren Gänge erscheinen als körniger, deutlich ge-

mengter Diabas, die schmalen als ein scheinbar gleichartiges Gestein, als sog. Aphanit, eine Thatsache, die durch die raschere Abkühlung in den engen, durch die langsamere in den breiten Spalten bedingt ist.

Im Thonschiefer-Gebiet des Altai kommen Diabase nicht selten vor. Sie erscheinen besonders in den Umgebungen von Syränowsk als Augit- oder Labradorit-Porphyre, zwischen den Schiefer-Schichten mit entsprechendem Streichen in Gängen von $^1/_2$ bis 6 Faden Mächtigkeit, von denen sich kleine Ausläufer in das Grenz-Gestein verzweigen. An den Berührungs-Flächen lassen die Thonschiefer mancherlei Veränderungen wahrnehmen; sie erlangen die grüne Farbe der Diabase und nehmen einzelne Blättchen von Augit und Labradorit auf.

Während bei Weitem in den meisten Verbreitungs-Gebieten der Diabase solche als gleichzeitige Bildungen mit den Schichten des Uebergangs-Gebirges erscheinen, fehlt es dennoch nicht an Beispielen, dass auch noch nach Ablagerung von der Trias-Formation angehörigen Gesteinen Eruptionen von Diabasen statt fanden. Dies ist besonders in den Alpen-Gegenden der Fall.

In den venetianischen und Tyroler Alpen treten an mehreren Orten Diabase im Gebiete der Trias auf. Bei Rigolato im Venetianischen setzt ein sehr mächtiger Lagergang von Diabas-Porphyr im Buntsandstein auf; Spuren einer Einwirkung auf letzteren sind nicht wahrzunehmen. Im Längenthale von Sappada und in den Umgebungen von Cima, wo gleichfalls Diabas-Porphyre sehr entwickelt, zeigen sich in ihrer Nähe eigenthümliche, der Trias angehörige Schiefer, die wie mit Diabas-Substanz imprägnirt aussehen, also einen Schalstein-artigen Character besitzen; in grösserer Entfernung enthalten sie Halobia Lomeli, das für die Trias der Alpen so bezeichnende Petrefact. **Stur** glaubt, dass die Diabas-Eruptionen jener Gegenden in die Zeit der Ablagerung des Muschelkalks fallen. — Bekannt sind die Vorkommnisse von Augit-Porphyren im südlichen Tyrol. Sie erscheinen hier zugleich mit anderen Eruptiv-Gebilden, mit Graniten, Syeniten und mit Melaphyren. (Von der Einwirkung der Syenite auf Muschelkalk bei Monzoni war bereits die Rede.) Wie die umfassenden Untersuchungen **v. Richtofens** gezeigt haben, so waren im südlichen Tyrol während der zweiten Abtheilung der Trias-Periode die sedimentären Bildungen, die öfteren Wechsel der Fauna, die gewaltigen Störungen im Gebirgsbau abhängig von den Eruptionen des Augit-Porphyrs. Sie fanden statt am Boden des Trias-Meeres, wesshalb die flüssigen Massen, sogleich vom Wasser in Angriff genommen, beträchtliche Veränderungen erlitten. Es wurden dadurch Tuffe von zweierlei Art gebildet; massige, dem eigentlichen Augit-Porphyr oft sehr ähnlich auf die nächste Umgebung der Eruption beschränkt, eruptive Tuffe im wahren Sinne des Wortes. Je weiter von dieser entfernt um so mehr eignen sich die Tuffe Schichtung zu, bis sie nur als dünngeschichtete Tuffe erscheinen, als sedimentäre Tuffe, bei deren Bildung die mechanische Einwirkung des Wassers eine grosse Rolle spielte. Das Vorkommen der Augit-Porphyre im südlichen Tyrol bietet, — wie **v. Richthofen** hervor hebt — ein recht anschauliches Bild, wie das nämliche chemische Gemenge durch mechanische Einwirkung im Momente der Entstehung modificirt werden kann; vom festen, dichten Augit-Porphyr findet eine ununterbrochene Reihe von Uebergängen durch Tausende von Gliedern statt bis zu jenen dünngeschichteten sedimentären Tuffen, die aus mechanisch zertrümmerter, fein vertheilter Substanz des Augit-Porphyr bestehen. Solche Tuffe finden sich in grosser Mächtigkeit bei St. Cassian, Wengen, auf der Seisser Alp.

Der Augit-Porphyr hat mehrfach in Gängen die Kalksteine und Schiefer der Trias durchbrochen, sich in Kuppen über solchen ausgebreitet.

C. Gabbro-Formationen.

Der Gabbro findet sich hauptsächlich in lager- und stockförmigen Massen, in Kuppen, aber ungleich seltener in Gängen im Gebiete verschiedener Formationen. Die neuesten Untersuchungen haben gezeigt, dass manchen Gabbros ein viel jüngeres Alter zukommt, als man früher annahm. In nicht wenig Gegenden wird Gabbro von Serpentin begleitet.

Im Glimmerschiefer bei Dobschau in Ungarn bildet Gabbro einen mächtigen Stock. — In den zwischen Gneiss und Phylliten eingelagerten Hornblendeschiefern unfern Wottawa in Böhmen tritt Gabbro auf.

Im Granulit-Gebiet Sachsens zeigt sich Saussurit-Gabbro theils — wie bei Callenberg und Meinsdorf — inmitten des Granulit, theils an dessen Grenze bei Rosswein. „Auffallend ist" — so sagt **Naumann** — die Form und Ausdehnung dieser Rossweiner Gabbro-Masse; der Granulit bildet nämlich dort einen grossen, nach Osten vorspringenden Keil, welcher auf beiden Seiten durch den Gabbro vom Glimmerschiefer abgesondert wird; an der Spitze dieses Keils ist der Gabbro am mächtigsten entwickelt, während von dort aus seine Massen sich in zwei grosse Keile trennen, welche den Granit-Keil umfassen."

In der Uebergangs-Formation erscheint Gabbro im Harze in der Harzburger Forst, nordwestlich vom Brocken, zu beiden Seiten der Radau die Berge zusammensetzend und sich bis zur Ecker ausdehnend. Er wird von zahlreichen Granit-Gängen durchsetzt, unter welchen jener im Hesselbachthale der bedeutendste.

In Schlesien, wo Gabbro eine verhältnissmässig bedeutende Verbreitung gewinnt und als „grüner" und „schwarzer Gabbro" (Olivin-Gabbro) erscheint, tritt derselbe in mehreren Zügen auf. Der Neuroder Gabbro grenzt im W. an die Steinkohlen-Formation, deren Schichten von ihm abfallen, im O. wird er vom Rothliegenden bedeckt. Es scheint, dass die Bildung des Gabbro zwischen die Kohlen- und Dyas-Formation fällt.

Als Beispiele für jüngere Gabbros möchten gelten: Bei Gschwend am Wolfgang-See in Steyermark tritt Gabbro, der zum Theil in Serpentin umgewandelt, nach **Tschermak** zwischen schieferigen, quarzigen Sandsteinen auf, die dem Neocomien angehören sollen.

Die durch **Zirkels** treffliche Schilderungen näher bekannt gewordenen Olivingabbros*) von Mull und Skye gewinnen noch weiteres Interesse durch ihre Alters-Verhältnisse. Auf Mull erscheint der Olivingabbro gegen 2000 F. über miocänen Tuffschichten lagernd in inniger Verbindung und gleichzeitiger Entstehung mit den tertiären Basalten. Auf Skye liegt der Gabbro entweder übergreifend über dem Syenit oder tritt auf solche Weise neben ihm auf, dass er nur für jünger gelten kann. Da nun nach **Zirkel** der Syenit postoolithisch, so liegt die Vermuthung nahe, dass der Gabbro von Skye gleichalterig mit jenem von Mull

*) Siehe oben S. 76.

Im Kreide- und Tertiär-Gebiete Italiens erscheint Gabbro häufig von Serpentin begleitet, die Schichten der Alberese und des Macigno durchsetzend. Am Monte Ferrato soll der Gabbro Fragmente eocänen Kalksteines einschliessen.

Der Hypersthenit tritt gleich dem Gabbro in Stöcken und Kuppen auf, selten jedoch in Gängen. Auch bildet er zuweilen deckenartige Gebirgsglieder.

In der azoischen Formation Canadas, in der Laurentian-Kette tritt nach **Sterry Hunt** Hypersthenit in ansehnlicher Verbreitung auf.

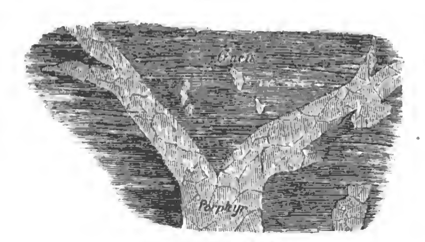
Im Granulit der Gegend von Penig bildet Hypersthenit einen Lagerstock.

Im Wenlock-Kalk bei Old-Radnor in England soll nach **Murchison** Hypersthenit gangförmig aufsetzen und an der Grenze von Serpentin begleitet sein.

D. Porphyr-Formationen.

Die Porphyr-Formationen zerfallen in zwei Abtheilungen, nämlich: 1. die Orthoklas haltigen Porphyr-Gesteine: die Quarzporphyre nebst deren Glasgestein, dem Pechstein; die Quarzfreien Orthoklas-Porphyre und Minette. 2. die Porphyrite oder Oligoklas haltige Porphyr-Gesteine.

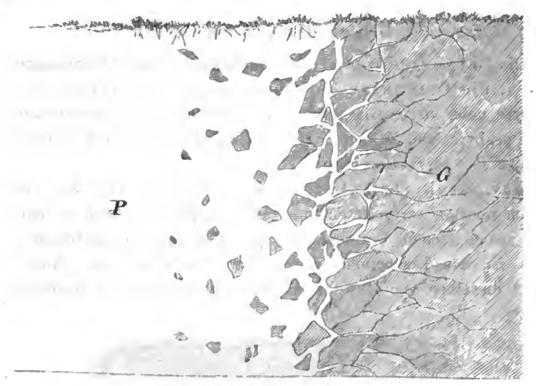
1. Quarzporphyre (Felsitporphyre) gehören nach dem Granit zu den am meisten verbreiteten unter den eruptiven Gesteinen und treten unter mannigfachen Beziehungen auf. Besonders bezeichnend für dieselben ist das Erscheinen in Stöcken und Gängen. Nicht selten werden dieselben von Breccien und Conglomeraten begleitet.



Porphyr-Gänge im Gneiss.

Quarzporphyre im Gneiss. Im sächsischen Erzgebirge, in den Umgebungen von Freiberg, Naundorf, Niederfehra u. a. O. hat man vielfach Gelegenheit das gangartige Auftreten des Porphyrs zu beobachten, das zuerst von dem Norweger **Ström** erkannt, dann durch **v. Beust** geschildert wurde. Unter andern ausgezeichneten Gängen verdienen die bei Frauenstein Beachtung. Der Gneiss zeigt zunächst dem Porphyr oft auffallende Aenderungen seiner Structur, sie stellt sich verworren, wie mit Porphyr-Masse durchdrungen dar. Der Porphyr sendet von dem Hauptgang Ausläufer, die sich nach allen Richtungen durch den Gneiss verzweigen und verästeln.

Bruchstücke des letzteren in jenem eingeschlossen sind nicht selten; bald frisch und deutlich, bald einem hart gebrannten Thonschiefer gleich, bald erdig. Beachtung verdienen auch die oft zu beiden Seiten des Ganges, zuweilen nur auf einer desselben auftretenden Breccien, die 2 bis 3 Zoll, aber auch 12 bis 18 Zoll mächtig sind; in einem Porphyr-Teig liegen kleine, scharfeckige Gneiss-Fragmente. Alle die zahlreichen Gänge um Tharand, Klein-Dorfhain und Grund dürfen, — wie die Untersuchungen von **Naumann** und **Cotta** gezeigt haben — nur als Ausläufer der grossen zwischen Freiberg und Tharand auftretenden Porphyr-Masse zu betrachten sein. — Ausgezeichnete Gänge haben ferner die Umgebungen von Oederan aufzuweisen. Einer derselben, von beträchtlicher Mächtigkeit, enthält schon in einiger Entfernung vom Gneiss viele Bruchstücke desselben, die, je näher der Gneiss-Grenze, an Menge und Grösse zunehmen.



Porphyr-Gang östlich von Oedran.

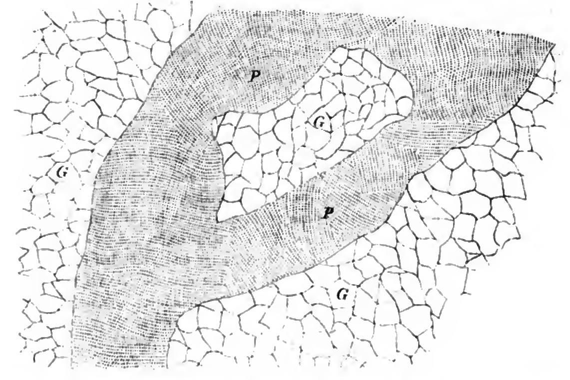
Auch im böhmischen Erzgebirge finden sich ähnliche Beziehungen zwischen Gneiss und Quarz-Porphyr; ebenso in Schlesien. In Thüringen — wo zwischen Kleinschmalkalden und Seligenstadt zahlreiche Quarz-Porphyre in Gängen von oft bedeutender Mächtigkeit den Gneiss durchsetzen — lassen sie die (auch vielfach anderwärts vorkommende) Erscheinung wahrnehmen: dass — in Folge der rascheren Abkühlung — der Porphyr an den Saalbändern als eine dichte, homogene Masse, ohne krystallinische Ausscheidung sich darstellt, während in der Mitte schöne Krystalle von Orthoklas hervortreten. — Im südlichen Schwarzwald im Münsterthal unfern Staufen bildet Porphyr mehrere Gangzüge, die von einer Hauptmasse radienförmig sich verlaufen; aber allenthalben bildet zwischen Quarz-Porphyr und Gneiss ein eigenthümliches Gestein die Grenze, welches von **Daub** bezeichnend Contact-Porphyr genannt wurde: eine felsitische Masse mit wenig Quarz-Körnchen von 1 bis 5 Fuss Mächtigkeit.

Quarz-Porphyr im Glimmerschiefer findet sich namentlich in der Gegend von Joachimsthal und Abertham in Böhmen, viele deutliche Gänge bildend. Sie stellen sich besonders längs der Grenze des Glimmerschiefers gegen den Granit

ein und gewinnen noch namentlich desshalb Bedeutung, weil sie — in der Nähe von Pfaffengrün und Mariasorg — auch die im Glimmerschiefer-Gebiete auftretenden Granit-Gänge durchsetzen. — Einen merkwürdigen Gang im Glimmerschiefer beim Schlosse Scharfenstein unweit Zschopau in Sachsen hat **v. Cotta** beschrieben. Der Quarz-Porphyr — etwa 40 F. mächtig — umschliesst ausser Bruchstücken von Glimmerschiefer noch solche von Granit und Kalkstein; da nun letztere Gesteine in der Nähe nicht anstehen, so hat solche der Porphyr wahrscheinlich aus der Tiefe mitgebracht. — Auch im Thüringer Wald, bei Ruhla finden sich Porphyr-Gänge, bald die Schichten des Glimmerschiefers quer durchschneidend, bald ihnen auf kurze Strecke folgend.

Quarz-Porphyr im Urthonschiefer erscheint unter ganz ähnlichen Verhältnissen, so z. B. im Erzgebirge in der Gegend von Breitenbach im Egerer Kreis.

Quarz-Porphyr im Granit-Gebiete erscheint sehr häufig. Zu den ausgezeichneteren Vorkommnissen gehören unter andern jene der Gegend von Zehren in Sachsen, so namentlich am Rabenstein. Der Porphyr ist in horizontal liegende Prismen abgesondert, vom Granit scharf getrennt, welcher in unmittelbarer Berührung mit dem Porphyr sich auffallend verändert zeigt. — Im Granit des Riesengebirges durchsetzt Porphyr nach **G. Rose** den Granit in meilenweit sich fortziehenden Gängen, die den Erz-Gängen gleich auf eigenthümliche Weise sich gabeln und schaaren. — Bei



Porphyr-Gang im Granit am Dellberg bei Suhl.

Weinheim und Schriesheim an der Bergstrasse in Baden bildet Quarz-Porphyr Massen-Durchbrüche im Granit; er bildet die Gipfel des Wagenbergs und des Oelberges, während die gegen die Rheinebene gekehrten Abhänge aus Granit bestehen; der Porphyr lässt oft ausgezeichnete, stark gefurchte Reibungs-Flächen wahrnehmen und schliesst Brocken von Granit ein. — Zahlreiche Gänge von Porphyr finden sich auch im Thüringer Wald in den Umgebungen von Suhl, die sich oft vielfach verzweigen und grössere Schollen von Granit umschliessen.

Quarz-Porphyr im Uebergangs-Gebirge findet sich namentlich am

Issenberge bei Brilon in Westphalen unter denkwürdigen Verhältnissen. Er bildet hier pittoreske, Ruinen ähnliche, aus dem Thonschiefer-Gebiet emporragende Felsmassen, welche ursprünglich wohl ganz von Thonschiefer umgeben entstanden und erst später durch Verwitterung und Zerstörung des Schiefers freigelegt wurden. Nach **Nöggerath** umschliesst der Porphyr beträchtliche Keile von Thonschiefer, die mehr oder weniger verändert, zum Theil in eine dem Porphyr ähnliche Masse umgewandelt erscheinen. — In wenig Gegenden trifft man auf verhältnissmässig kleinem Raume so zahlreiche Gänge von Porphyr, wie in Cornwall. Es sind die „Elvans" wie sie dort heissen (quarzführende Felsit-Porphyre), welche den Thonschiefer, den sog. „Killas" durchsetzen. In den Küsten-Districten zwischen St. Agnes und Cligga Point kommen solche Elvans in Menge vor von einer Mächtigkeit von $^1/_2$ Zoll bis zu 40 Fuss; in ihren Dimensionen wie ihren Richtungen zeigen sich die Gänge sehr wechselnd, oft zickzackförmig. Häufig umschliessen sie sowohl kleinere Brocken als auch, wie z. B. bei Pechale, grössere Massen von Killas, dessen Schichten zuweilen ganz bedeutende Knickungen und Krümmungen wahrnehmen lassen. Im Allgemeinen zeigt sich auch hier die Thatsache bestätigt, dass die Gänge an der Thonschiefer-Grenze aus einer dichten Masse ohne Einsprenglinge bestehen, während in der Mitte derselben sich Orthoklas-Krystalle und kleine Pyramiden von Quarz einstellen.

Quarz-Porphyr im Steinkohlen-Gebirge erscheint in vielen Gegenden; so z. B. in Thüringen. Hier schneiden die Schichten des ersteren am Porphyr meist scharf ab, oder sind in dessen unmittelbarer Nähe stark aufgerichtet, zum Theil zertrümmert wie am Tenneberg oberhalb Tabarz, an der Hohewarte bei Kleinschmalkalden; zuweilen liegt auch der Porphyr übergreifend auf dem Kohlengebirge (Kammerberg) oder er setzt in gangartigen Massen darin auf, wie am Nesselhof und Breitenberg am Winterstein (**Credner**). — Die im Gebiete der Pfälzer Steinkohlen-Formation auftretenden Porphyre sind jünger wie diese; sie durchsetzen solche in der Gegend von Kreuznach und am Donnersberg. **Gümbel** beobachtete, dass beim Dorfe Altbamberg im Alsenz-Thal da wo Porphyr und Kohlenschiefer einander begrenzen, der erstere zahlreiche Brocken des letzteren umschliesst. — Besonders denkwürdig sind aber die Umwandelungen, welche durch Quarz-Porphyre in der Steinkohlen-Formation Schlesiens hervorgerufen worden. Bei Altwasser, auf der Fixstern-Grube hat sich nämlich der Porphyr vollständig zwischen den Schichten eingedrängt und über den Kohlen-Flötzen ausgebreitet. Steinkohle und Porphyr sind oft fest mit einander verwachsen, letztere ist mehr oder weniger umgewandelt und lässt eine eigenthümliche, gerad- oder krummstengliche Absonderung wahrnehmen; die unter dem Porphyr liegende Kohle ist Anthracit-artig geworden. Auch kommen Bruchstücke tauber Kohle in dem Porphyr vor. Aehnliche Erscheinungen wurden durch **v. Carnall** und **Zobel** auf der Grube Gnade Gottes bei Reussendorf beobachtet. Die Kohle zeigt sich allenthalben in der Nähe des Porphyrs vercoakt. — Auf der Insel Arran, bei Drumadoon Point, treten nach **Zirkel** Quarzporphyre im Gebiet der Steinkohlen-Formation auf. Ein mächtiger Gang durchsetzt unweit Kings Cove an der Küste den Kohlensandstein. — Die sog. Kugelporphyre, welche wie oben erwähnt, auf Corsica vorkommen, bilden dort Gänge in der Steinkohlen-Formation. Auf der Westküste der Insel, zwischen Curzo und Osani, ragen gleich gewaltigen Mauern aus den der Steinkohlen-Formation angehörigen Schiefermassen zahlreiche Porphyr-Gänge hervor, die indess nicht alle die Kugel-Structur zeigen. Einer derselben lässt nach **H. Vogelsang** die beachtenswerthe Thatsache wahrnehmen, dass bei dem über 2 Lachter mächtigen

Gang sich die Kugeln nach den Grenzen des Ganges anhäufen, während die Mitte frei von solchen ist.

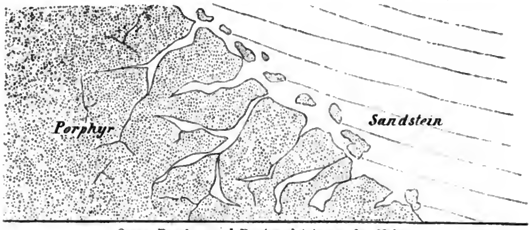
Quarzporphyre und Rothliegendes. In vielen Gegenden hatten die Eruptionen der Quarzporphyre vor Beginn der Dyas-Periode ihr Ende erreicht und lieferten Porphyre vielfach Material zur Zusammensetzung des Rothliegenden. In anderen Gegenden hatten sie gleichzeitig und zum Theil wiederholt mit der Ablagerung des Rothliegenden statt. Dies ist insbesondere in Sachsen der Fall. Es war bereits oben*) bei Betrachtung des Rothliegenden die Rede davon, dass im Oschatz-Frohburger Becken die Porphyre eine solche Entwickelung erlangen, dass man — wie **Naumann** bemerkt — über ihre Ausbreitung die eigentliche Grenze des Beckens und die hier und da auftretenden Massen des Rothliegenden gänzlich aus dem Auge verlieren kann. Das Rothliegende des Oschatz-Frohburger Beckens wird durch eine Porphyr-Decke in zwei Etagen getrennt; die untere besteht bei Rochlitz aus Thonsteinen, aus weissen und grauen Sandsteinen, auf die gelbe Thonsteine folgen, denen der Porphyr als ausgedehnte Decke aufgelagert ist, welche nun Conglomerate, Sandsteine, Schieferletten bedecken, bis zuletzt die Zechstein-Bildung folgt. — In dem Thüringer Wald zeigt es sich sehr deutlich, wie während der langen Zeit der Ablagerung des Rothliegenden in verschiedenen Epochen Eruptionen der Quarz-Porphyre statt fanden, die in diesem Gebirge überhaupt vom wesentlichsten Einfluss auf die ganze Entwicklung und Zusammensetzung des Rothliegenden waren, dessen Schichten auf grosse Strecken hin, wie z. B. zwischen Asbach und Georgenthal, vorherrschend aus Porphyr-Conglomeraten gebildet werden. Oft treten die Porphyre nur in Kuppen oder isolirten Felsen aus den unteren Schichten des Rothliegenden hervor, oder sie durchbrechen solches in langen Zügen. — Auch im nördlichen Schwarzwalde, in den Umgebungen von Baden zeigt sich der innige Zusammenhang zwischen Porphyr und Rothliegendem. Das letztere ist — wie **Fr. Sandberger** nachwies — ganz an den Ausbruch der (älteren) Quarz- und Plattenporphyre unter Wasser durch den Granit und die von ihnen gänzlich zerstückelte Steinkohlen-Bildung geknüpft. Die tiefsten Bänke des Rothliegenden bestehen aus Porphyr-Breccien; die mittleren aus Conglomeraten mit Brocken von Porphyr, Granit, Gneiss, Thonschiefer; die obersten aus Schieferletten. Nach Ablagerung der letzteren und vor Beginn der Trias-Periode erfolgte die Eruption der sog. Pinit-Porphyre, welche das Rothliegende gehoben und durchbrochen haben. — Ueber die Alters-Verhältnisse der Quarzporphyre des südlichen Odenwaldes und deren Beziehungen zum Rothliegenden hat **E. Cohen** **) interessante Beobachtungen mitgetheilt. Der ältere Porphyr, welcher nur an zwei Punkten noch anstehend getroffen wird, findet sich hingegen in zahlreichen Brocken im Rothliegenden. Der ältere Porphyr — so bemerkt **Cohen** — kam wahrscheinlich unter Wasser zur Eruption und mit hinreichender Gewalt, um eine bedeutende Zertrümmerung des Granits durch den Anprall der Gewässer zu bewirken. Gleichzeitig wurde er durch etwa entwickelte Dampfmassen theilweise zersprengt. So konnten sich bei der Erhärtung einerseits ausgedehnte Felsmassen anderseits Breccien bilden. So innig sind Bildung und Zerstörung mit einander verbunden, dass man kaum weiss, welche Thätigkeit die vorherrschende. Es lässt sich also auch hier die Dyas als eine eruptiv-sedimentäre Formation bezeichnen, welcher Name ihr von **Naumann** beigelegt wird. — **Cohen** unterscheidet

*) Siehe oben S. 236.

**) Die zur Dyas gehörigen Gesteine des südlichen Odenwaldes.

älteres, mittleres und jüngeres Rothliegendes, die in sehr verschiedener Ausbildung: als Porphyrbreccie, Granitconglomerat, silificirte Tuffe und Sandsteine auftreten. Erst nach ihrer Ablagerung gelangte der jüngere Porphyr zur Eruption, dessen deckenförmige Ueberlagerung des Rothliegenden von der Schauenburg bis zum Leichtersberg sein jüngeres Alter deutlich beweisen; ebenso das Fehlen desselben unter den Einschlüssen des Rothliegenden.

Quarzporphyre und Trias-Formation. In den meisten Gegenden, wo Quarzporphyre mit Buntsandstein in Berührung treten, zeigen sie sich von höherem Alter. Dies gilt z. B. für diejenigen im südwestlichen Deutschland: im Schwarzwald so wie die eben erwähnten Porphyre des südlichen Odenwald, die deutlich von Buntsandstein überlagert werden. Auch der Quarzporphyr der Nahe-Gegenden ist älter als Buntsandstein, welcher zuweilen Fragmente jenes einschliesst.



Quarz-Porphyr und Buntsandstein an der Nahe.

Quarzporphyr und Lias. Bei Steierdorf im mittleren Banat durchsetzen ächte Quarzporphyre gangförmig die Schichten des Lias und schliessen Bruchstücke derselben ein. Ebenso ist der Quarzporphyr in den Umgebungen von Bersaska im südlichen Banat, wie **Tietze** nachgewiesen, jünger als die dortigen Liassandsteine.

Quarzporphyre von verschiedenem Alter. Es wurde bereits mehrfach hervorgehoben dass in vielen Porphyr-Gebieten, wie in Sachsen, in Thüringen, im Schwarzwald, in Tyrol, die Quarz-Porphyre von ungleichem Alter sind, dass ihre Eruptionen in verschiedenen Epochen stattfanden. Daran knüpft sich in manchen Gegenden die beachtenswerthe Thatsache, dass der Kieselsäure-Gehalt der älteren Porphyre ein höherer ist als der der jüngeren: so bei Baden*); der ältere enthält 77,64, der jüngere nur 73,12 p. C. Kieselsäure. — Entschiedene Beweise für das verschiedene Alter mancher Quarz-Porphyre sind: dass zuweilen Gänge der einen Abänderung in einer anderen auftreten und Bruchstücke derselben einschliessen. Am Rosinenberg bei Scheergrund unfern Leissnig durchsetzt ein rother Porphyr einen braunen und enthält scharfeckige Fragmente desselben, zwischen beiden hat sich eine eigenthümliche Contact-Rinde gebildet. Auch im Thüringer Wald durchsetzen nach **Credner** Quarz-Porphyre andere gangartig. — Ebenso lässt sich in den Loire-Gegenden, zwischen Tarare und Roanne, das verschiedene Alter der Porphyre beobachten. Rothe Porphyre dringen in gang-

* Siehe oben S. 49.

förmigen Massen in grüne und granitartige ein. — Die im Killas Cornwalls vorkommenden Elvans durchsetzen und verwerfen einander nicht selten; bei Polgoath setzt ein 46 F. mächtiger Elvan durch einen 12 F. mächtigen. — Nach **Tschihatscheff** wird am Boca-Flusse im Altai ein grauer Felsit-Porphyr von Gängen eines grünen durchbrochen.

Berg- und Felsformen. In hohem Grade auffallend sind die Gestalten der Porphyr-Berge; schroff und steil steigen hohe Kegel empor, in schmalen Rücken oder in scharfen, zackigen Kämmen endigend. Die oft schwer zu erklimmenden Abhänge mit zahllosen Gesteins-Trümmern bedeckt. — Bald erscheinen Porphyr-Berge vereinzelt, bald reihenweise aneinander stossend. — Wenige Gesteine bilden so schöne malerische Felsmassen, die aus der Ferne gesehen, alten Thürmen und verfallenen Burgen gleichen. Als Beispiele gelten der Rheingrafenstein an den Nahe-Ufern unweit Kreuznach, der Zeisigstein bei Tharand, der Giebichenstein bei Halle, das Cap Roux in der Provence.



Der Rheingrafenstein.

2. Felsitpechstein erscheint in seinen wenigen Verbreitungs-Gebieten in Zusammenhang mit Quarzporphyren.

In Sachsen, der eigentlichen Heimath des Felsitpechsteins, findet sich derselbe in den Umgebungen von Meissen, Tharand, Zwickau. Er bildet, vom sog. Pechthonstein begleitet gangartige Gebirgsglieder und deckenartige Auflagerungen. Das gangartige Auftreten des Felsitpechstein im Quarzporphyr im Triebischthal bei Meissen ist sehr gut zu beobachten. Ebenso bieten Spechtshausen und Mohorn bei Tharand interessante Verhältnisse zwischen Pechstein und Porphyr. Der erstere bildet einen etwa 7 F. mächtigen Gang, Fragmente von Gneiss, Thonschiefer und Porphyr einschliessend; letztere, von Erbsen- bis Kopfgrösse, von benachbarten Porphyren losgerissen, sind in der Pechstein-Masse kugelförmig abgeschmolzen. — Im Gebiet

des Rothliegenden erscheint Pechstein bei Neudörfel unfern Zwickau dessen Schichten eingelagert. — Auf der Insel Arran treten mehrfach Felsitpechsteine auf und stehen auch hier in genetischem Zusammenhang mit Quarzporphyren. So durchsetzen nach **Zirkel** zahlreiche Pechstein-Gänge den Granit und Kohlensandstein der Küste, wie an Caistael Abhael. Das bedeutendste Pechstein-Vorkommen Arrans ist in der Nähe des Vorgebirges Clachland Point. Hier zeigt sich der Pechstein vollkommen regelmässig in einer Mächtigkeit von 10—12 F. den Schichten des Kohlensandsteins eingeschaltet, der keinerlei Veränderungen wahrnehmen lässt. — Am w. Fusse des Berges Dun Fion scheint Pechstein einen Gang im alten rothen Sandstein zu bilden. Bei Tormore tritt Pechstein gleichzeitig mit Quarzporphyr im Kohlensandstein gangförmig auf.

3. Quarzfreie Orthoklasporphyre, denen wie oben bemerkt*), eine geringere Verbreitung wie den Quarzporphyren zukommt, treten besonders im Gebiet älterer Formationen in der Form von Stöcken, Kuppen, Gängen auf.

In den Umgebungen von Christiania, auf der Halbinsel Agershuus, bildet der sog. „Rhombenporphyr“ einen der grossartigsten Gänge, der sich über eine Meile weit verfolgen lässt. Er durchsetzt sowohl den Gneiss, als auch ältere dioritische Gänge. — Den devonischen Sandsteinen von Ringgerige ist der Porphyr deckenförmig aufgelagert.

Die quarzfreien Orthoklasporphyre der Umgebung von Ilmenau im Thüringer Wald treten in stockförmigen Massen im Gebiet der Steinkohlen-Formation auf.

Im südlichen Tyrol sind quarzfreie Orthoklasporphyre als die jüngsten der dortigen Eruptivgesteine zu betrachten. Bei Margola durchsetzt ein Gang desselben den Monzonit.

In der devonischen Formation Nassaus in den Umgebungen von Dietz treten Feldspath-Porphyre auf.

4. Minette. Wenn für irgend ein Eruptivgestein das Erscheinen in der Form von Gängen characteristisch, so gilt dies für die Minette. In ausgedehnteren Ablagerungen wird sie nur selten getroffen. Namentlich im Gneiss- und Granit-Gebiete sind die Minette-Gänge zu Hause, auch im Syenit und sogar im Quarzporphyr. Ungleich seltener erscheint Minette innerhalb der paläozoischen Formationen. Die geringe Mächtigkeit der meisten Minette-Gänge ist auch bezeichnend.

Im Gneiss bildet Minette Gänge im Schwarzwald bei Kappel unfern Freiburg. Im Granit des Albthales bei Albbruck im s. Schwarzwald. Der Granit der Vogesen hat eine ausserordentliche Menge von Minette-Gängen aufzuweisen in den Umgebungen von Remiremont, Mont Chauve bei Barr u. a. O. Auch in der Gegend von Lyon trifft man viele Minette-Gänge im Granit und Syenit. Im s. Odenwald erscheint die Minette gangförmig im Granit bei Ziegelhausen, Schriesheim, Oberlaudenbach u. a. O. im Syenit bei Hemsbach, Sulzbach; in der Nähe des letztgenannten Ortes bietet

*) Siehe oben S. 67.

sich sogar dte interessante Erscheinung, dass die im Syenit aufsetzenden Granit-Gänge von einem Minette-Gang durchsetzt und verworfen werden.

Im Gebiete sedimentärer Formationen erscheint Minette nur an wenigen Orten. So bei Langenschwalbach, Idstein in Gängen bis zu 14 F. Mächtigkeit im Spiriferen-Sandstein. Im devonischen Kalk der Vogesen bei Schirmeck, Wachenbach. Endlich hat neuerdings **E. Cohen** einen Minette-Gang beim Geisenberg im s. Odenwald in der Porphyrbreccie des älteren Rothliegenden beobachtet. Es scheint daher die an der Bergstrasse so häufig auftretende Minette jünger als das Rothliegende zu sein.

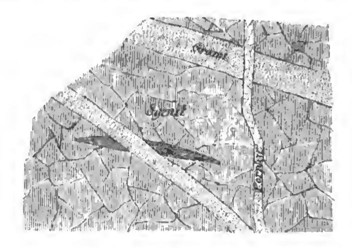
5. Porphyrite erscheinen sowohl in der Form von Decken und Lagern, als auch in Gangstöcken und Gängen.

Im Granit-Gebiet Oberegyptens, am Gebbel el Dokhan, dann zwischen Kosseir und Theben setzen zahlreiche, zum Theil mächtige Gänge des „antiken Porphyr" auf.

In der Umgegend von Ilfeld bilden Porphyrite eine ausserordentlich mächtige Decke auf den Sandsteinen des Rothliegenden, während anderseits ihre Ueberlagerung durch Weissliegendes und Zechstein deutlich zu beobachten ist.

In den Nahe-Gegenden treten in ausserordentlicher Mannigfaltigkeit Porphyrite nebst anderen krystallinischen Gesteinen auf. Nach den gründlichen Arbeiten von **Laspeyres** und **Streng** bilden alle diese krystallinischen Gesteine innerhalb des Rothliegenden eine Reihe mit einem sauren, ältesten Endgliede, dem Quarzporphyr; mit Mittelgliedern quarzfreiem Orthoklasporphyr und Porphyriten und den sog. Palatiniten als Endgliedern. Die basischeren Eruptivgesteine bilden mehr oder weniger dicke Lagen und Platten, auch Gänge in den sedimentären Schichten, die sauren hingegen kurze, stockwerkartige Massen. Alle diese Eruptivgesteine sind, wie **Laspeyres** bemerkt, im grossen Ganzen, gleichzeitige Gebilde; ihre Ausbrüche währten eine Zeit lang hindurch; alle Porphyre sind älter als die Palatinite; die Eruptionen begannen nach Ablagerung der Lebacher Schichten; die Hauptepoche derselben liegt vor dem Absatz des Oberrothliegenden, in das sie nur noch manchmal störend eingriffen.

Glimmer-Porphyrite, welche in mehreren Gegenden Sachsens eine nicht unbedeutende Verbreitung besitzen, wie an den Elbe-Ufern bei Meissen, im Triebisch-



thal, zwischen Potschappel und Wilsdruff, bilden häufig deutliche Gänge. Der Hügel, auf welchem Nieder-Fehra und die Weinberge bei Meissen liegen, besteht aus Syenit, vielfach von Gängen des characteristischen feinkörnigen Ganggranits durch-

setzt. Syenit und Granit werden von einem Gang des Glimmerporphyrits durchzogen; die Grenze zwischen den Gesteinen ist scharf. — Aehnliche Verhältnisse walten am nachbarlichen Bocksberge, wo Syenit und Ganggranit von mehreren $^1/_2$ bis 2 F. mächtigen Gängen des Glimmer-Porphyrits durchsetzt werden.

E. Melaphyr-Formation oder Melaphyre und Palatinite.

„Die Melaphyre — sagt **Naumann** — sind durch ihre Lagerungsformen ebenso wie durch ihre übrigen geotektonischen Verhältnisse so ganz entschieden als eruptive Gesteine characterisirt, dass über ihre eigentliche Bildungsweise kein Zweifel gelten kann. Sie treten nicht selten in Gängen auf, welche sedimentäre Schichten-Systeme durchschneidend, den evidenten Beweis ihrer plutonischen Abkunft liefern". Diesem gewichtigen, auf die Lagerungs-Verhältnisse gestützten Ausspruch tritt bestätigend zur Seite die mikroskopische Untersuchung der Melaphyre. **Haarmann** hat neuerdings in seiner gründlichen Arbeit*) nachgewiesen, wie alle Zweifel über die genetischen Verhältnisse der Melaphyre schwinden müssen durch die in hohem Grade ausgeprägte Mikrofluctuations-Structur.

Nach **Haarmann** haben in der amorphen Grundmasse die kleineren leistenförmigen Kryställchen eine Richtung und Lage angenommen, die deutlich darauf hinweist, dass die Masse sich einst in flüssigem und fliessenden Zustand befand. Die sonst regellos liegenden Mikrolithen sind in paralleler Lage zu Strömen vereint, die sich durch die Masse hin und her winden. Solche Fluctuations-Structuren beobachtete **Haarmann** an Melaphyren von Ilfeld, Manebach, Zwickau, Predazzo und macht mit Recht auf die mannigfachen Analogien zwischen Melaphyren und Basalten aufmerksam, als deren Vorläufer sie gewissermassen zu betrachten.

Melaphyre treten hauptsächlich im Gebiete sedimentärer Formationen auf und in den meisten Gegenden scheinen ihre Eruptionen vor Abschluss der Dyasperiode ihr Ende erreicht zu haben.

Im Gebiet des Rothliegenden sind Melaphyre vorzugsweise zu Hause. Sie bilden in den Umgebungen von Ilfeld am Harz eine mächtige, dem Rothliegenden eingelagerte Decke, die jedoch an mehreren Stellen über den unteren Etagen des letzteren hinausgreift und dann unmittelbar über der Steinkohlen-Formation liegt. — Unter ähnlichen Verhältnissen, d. h. als dem Rothliegenden eingeschaltete Decke findet sich Melaphyr-Mandelstein bei Zwickau in Sachsen; einzelne Parthien des Schieferletten sind gleichsam wie eingeklemmt zwischen jenem. — Auch in Schlesien erscheinen Melaphyre im Bereich des Rothliegenden, in den Umgebungen von Löwenberg, wie **Beyrich** nachgewiesen, in verschiedenen, parallel streichenden Zügen das Rothliegende durchsetzend. Die am südlichen Rande des Riesen-

*) Mikroskopische Untersuchungen über die Structur und Zusammensetzung der Melaphyre. 1872.

gebirges in Böhmen auftretenden Melaphyre lassen sich, wie **Tschermak** zeigte, nicht allein als zwei petrographisch *), sondern auch geologisch verschiedene Bildungen betrachten **). Die älteren Melaphyre bilden Lager, deren Ausgehendes nur am Rande des Plateaus vom Rothliegenden zum Vorschein kommt, während die jüngeren Melaphyre als Decken erscheinen, deren Zusammenhang durch Erosion öfter gestört, dem Rothliegenden aufgelagert nur dann und wann von Schichten von Schieferthon oder Mergel bedeckt. Die älteren Melaphyre erscheinen in lang gedehnten Zügen von geringer Breite; die jüngeren bilden Hügel-Gruppen, einzelne flache Kegel, da sie deckenförmig aufgelagert. Gangförmiges Auftreten des jüngeren Melaphyr ist deutlich bei Zderetz zu beobachten, wo derselbe die oberen Schichten der mittlen Etage des Rothliegenden gangförmig durchsetzt. Gänge des jüngeren Melaphyr im älteren sollen nach **Jokely** bei Rownacow vorkommen.

Melaphyr in der Trias-Formation. Die Melaphyre der niederen Tatra, deren Schilderung wir **H. Höfer** verdanken, machen einen etwa zwei Meilen langen Zug von O. nach W., schroffe, kahle Felsmauern bildend im Gebiete eines rothen Sandsteines, der wohl der unteren Trias angehört und dem Buntsandstein entspricht. Die Grenze dieses rothen Sandsteines gegen den Melaphyr sind allenthalben scharf und es ist durchaus keine Veränderung wahrzunehmen.

Palatinit.

Es wurde bereits oben bemerkt, dass im Saar-Nahe Gebiet neben Porhpyriten und Quarzporphyren noch andere Eruptivgesteine in einer Mannigfaltigkeit auftreten, dass eine petrographische Trennung oft nicht möglich. Zu diesen Eruptivgesteinen gehören auch die Palatinite ***), welche man früher zum Theil den Melaphyren zurechnete. Das Auftreten aller der eruptiven Massen hat **Laspeyres** trefflich geschildert und mit Schärfe nachgewiesen, wie sie in einem genetischen Zusammenhang stehen und einer langen Eruptionszeit angehören. Die Palatinite, welche innerhalb des Rothliegenden erscheinen, werden characterisirt durch Gleichmässigkeit ihrer Lagerung und grosse Neigung zur Mandelstein-Bildung. Alle Palatinite haben die nämliche Lagerungsart gemeinsam: sie bilden intrusive, meist concordante Lager in den Schichten, zwischen welchen sie sich eingezwängt haben. Häufig sind diese Lager unter sich und mit tieferen Massen durch Gänge in Verbindung. Die Mächtigkeit der Palatinit-Lager ist eine äusserst wechselnde; man kennt solche von 1 — 2 Zoll Dicke und andere von mehreren 100 Fuss. — Als Typus für alle Pfälzer Palatinit-Lager hebt **Laspeyres** das von Norheim hervor. Wie fast alle mächtigeren Lager besteht solches aus mehreren parallelen Lagern mit concordanten Zwischenmitteln von Sedimentschichten. Durch etwa 80 — 100 Fuss mächtige Zwischenmittel erscheint das Lager als zwei Lager, die sich am n. und s. Ende vereinen. Im Lager selbst aber finden sich Schollen von Sedimentärgesteinen, ursprünglich Schieferthone, die zu sog. Wetzschiefer, Kieselschiefer umgewandelt. — Während ein grosser Theil der Palatinite in die

*) Siehe oben S. 88

**) Die Poryhyrgesteine Oesterreichs. S. 38 ff.

***) Siehe oben S. 90.

sedimentären Schichten von horizontaler Lagerung als intrusive Massen sich einzwängten, drangen andere durch die Gesteine hindurch, um sich über ihnen hin auszubreiten. **Laspeyres** glaubt, dass diesser Oberflächen-Erguss kein submariner war. Er schliesst dies zumal aus der Lagerungsart der über das Mittelrothliegende ergossenen Massen; aus der völligen Vernichtung der reichen Flora und Fauna des Mittelrothliegenden vor der Bildung des versteinerungslosen Oberrothliegenden. Alle die Grenzlager von Eruptivgesteinen zwischen Mittel- und Oberrothliegendem darf man nicht, wie **Laspeyres** besonders bemerkt, als einen einzigen Erguss ansehen, vielmehr als über- und durch einander geflossene Lavenmassen während einer langen Eruptionszeit. Wie bei den jetzigen Lavaströmen sind die Decken oft etwas porös und diese blasigen Massen bilden jetzt zum grossen Theil die Mandelsteine; gleich nach Erstarrung der Gesteine haben kieselsäure- und kalkreiche Quellen die „Mandel“-Bildung begonnen

F. Pikrite und Teschenite.

Beide petrographisch einander nahe verwandte Gesteine*) sind dies auch in geologischer Beziehung. In den schlesischen Karpathen, bei Teschen und Neutitschein treten sie mehrfach neben einander auf. Der Teschenit ist am verbreitetsten. Sie erscheinen in der Form von Lagern. Nach **Tschermak** zeigt sich bei Hotzendorf eine Wechsellagerung von Grodischter Sandstein (Neocom) und Pikrit. Bei Ellgoth u. a. O. erscheinen beide Gesteine zusammen; bald liegt der Pikrit unter dem Teschenit, bald auch über demselben. Ein Altersunterschied der zwei Gesteine findet daher nicht statt. Auch Gänge wurden beobachtet. So von Teschenit ein 60 F. breiter im neocomen Thonschiefer bei Neutitschein; von Pikrit mehrere bis 2 F. mächtige im Kalkmergel bei Kojetein. Das jüngere Alter der beiden Eruptivgesteine, die im Gebiet der Neocom-Formation auftreten, ist daher unzweifelhaft.

II. Neuere Eruptiv-Gesteine oder vulkanische Formationen.

Die vulkanischen Formationen zerfallen in zwei Abtheilungen nämlich: 1. Die Trachyt-Formation und 2. Die Basalt-Formation.

Es wurde bereits oben**) bemerkt, dass zwischen den Gesteinen dieser beiden Gruppen und den trachytischen und basaltischen Laven ein petrographischer Unterschied nicht besteht. Noch weniger existirt ein geologischer. Man nahm früher an, alle Laven seien auf einen Eruptions-Punkt, den sog. Krater zurückzuführen und stets deren stromartige Ausdehnung nachweisbar, bei Trachyten und Basalten aber nicht. Diese ältere Ansicht beruht, wie **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** in ihrem trefflichen Werke***) zeigen,

*) Siehe oben S. 86.

**) Siehe oben S. 92.

***) Geologische Beschreibung der Insel Tenerife. S. 328 ff.

auf einer ungenügenden Kenntniss des Aufbaues vulkanischer Gebirge. Indem man übersah, dass ausser den am Vesuv, Aetna so häufigen Lavenströmen von geringer Mächtigkeit durch die Laven gegenwärtig thätiger Vulkane auch noch gewaltige Kuppen, hohe Rücken gebildet werden können, erschienen die stattlichen Trachyt-Dome, die ausgedehnten Basalt-Plateaus unvereinbar mit der Wirkungs-Weise der heutigen Vulkane. Man unterschätzte aber die Wirkungen der Erosion, welche die bedeutendsten Umgestaltungen des Terrains bedingte: Zerstörung der Ausbruchs-Kegel, Durchnagung der Lavenströme, Fortführung von Schlacken-Bedeckungen durch Regengüsse. Ferner die Ueberdeckung von Ausbruchs-Stellen durch später abgelagerte sedimentäre Schichten. — Die besonderen Verhältnisse der canarischen Inseln und speciell die von Tenerife, erlauben — so bemerken **von Fritsch** und **Reiss** — in zahlreichen Aufschlüssen an den Meeresklippen und in den Schluchten hinreichend sich zu überzeugen, dass die Lagerungs-Verhältnisse der Trachyte, Phonolithe und Basalte völlig mit dem übereinstimmen, was wir von der Wirkungs-Weise der heutigen Vulkane wissen, dass also ein geognostischer Unterschied zwischen den Laven und jenen Gesteinen nicht besteht.

Aufbau und Formen vulkanischer Gebirge.

Unter einem vulkanischen Gebirge verstehen wir ein solches, das während langer Zeiträume in Folge mehrfach wiederholter Ausbrüche aus übereinander gehäuften stromartigen Massen (Lavenströmen) und losem, ausgeworfenem Gesteins-Material aufgebaut wurde, also durch allmählige Aufschüttung entstand. Man pflegt im Besonderen denjenigen Punkt eines vulkanischen Gebirges als Vulkan zu bezeichnen, welcher gegenwärtig durch einen mit dem Erdinnern in Verbindung stehenden Kanal — den sog. Krater — flüssiges oder festes Gestein-Material zu Tage fördert. Aber dieser augenblicklich thätige Punkt hat keineswegs die Bildung des ganzen Gebirges veranlasst, er macht vielmehr nur einen Theil desselben aus. Die thätigen Krater und die höchsten Gipfel (die oft auch als „Vulkan“ galten) gehören, wie **K. v. Fritsch** und **W. Reiss** besonders hervorheben, meist nur kleinen Kegelbergen an, die im Vergleich zu der ganzen Masse des Gebirges, dem sie aufgesetzt sind, nur wenig in Betracht kommen. Demnach dürfte es geeignet sein „Vulkan“ als gleichbedeutend mit vulkanischem Gebirge zu betrachten.

Die Hauptformen, auf welche die vulkanischen Gebirge sich zurückführen lassen, sind bedingt durch Anordnung der Ausbruchs-

Punkte. Je nachdem die vulkanische Thätigkeit sich auf *einen Punkt, einer Fläche* oder *längs einer Linie* äusserte, entstanden die *Kegel*, die *Dome* und *Längsrücken*. Das verwendete Gesteins-Material übt auf äussere Gestalt der Berge geringen Einfluss aus.

Ueber die Bildungs-Weise dieser verschiedenen Formen theilen **v. Fritsch** und **Reiss** sehr werthvolle Beobachtungen mit, die um so grösseres Interesse gewinnen, da sie eine gleiche Entstehung der Trachyte und Basalte der Tertiär-Zeit zeigen. „Findet ein einzelner Ausbruch statt, so wird, je nach der Natur der Eruptivmasse ein steiler Schlackenkegel, meist in Gemeinschaft mit einem oder mehreren dünnen Basalt-Strömen gebildet, oder auch eine compakte Trachyt-Masse aufgehäuft, von welcher aus der mächtige Strom entspringt. Wiederholen sich die Ausbrüche nahe zu an derselben Stelle, so wird in dem einen Falle ein hoher steiler Schlacken-Kegel mit einem seinen Fuss umgebenden Lavenfelde gebildet, während die Trachyte zu einer steilen, oft vielgipfeligen, glocken- oder domförmigen Masse sich aufbauen. Diese Kegel- und Glockenform, hervorgerufen durch die Concentration der Ausbrüche auf einen Punkt wird merkwürdiger Weise als die typische Gestalt vulkanischer Gebirge betrachtet! Aber selbst bei den auffallendsten Kegelbergen lehrt schon eine flüchtige Betrachtung des Berges oder die Geschichte seiner Ausbrüche: dass die vulkanische Thätigkeit sich keineswegs auf den einen, hier mit Recht als Hauptkrater bezeichneten Gipfelpunkt nur beschränkt. Es treten im Gegentheil die Laven nicht selten an der Seite des Berges aus und selbst seitliche, sogen. parasitische Kegel werden ausgeworfen. Daraus folgt, dass die Kegelform bedingt ist durch die, im Verhältniss zu den seitlich austretenden Laven- und Schlackenmassen überwiegende Menge der aus dem Gipfelkrater geförderten Eruptions-Producte. Je mehr sich dieses Verhältniss zu Gunsten der seitlichen Ausbrüche ändert, um so stumpfer muss die Form des sich bildenden Gebirges werden, bis dann endlich bei Gleichwerthigkeit der Ausbrüche ein abgeflachter, in einem Hochgebirgs-Tafelland endigender Dom entsteht. *In Deutschland kann das Vogelsgebirge als Beispiel eines solchen Domes gelten.* — Ein regelmässiger Dom kann nur dann entstehen, wenn die Grundfläche, über welche die Ausbruchs-Punkte sich vertheilen, nahezu Kreisgestalt besitzt. Ist dies nicht der Fall, sind die Ausbrüche mehr in Längsreihen geordnet, so geht das domförmige Gebirge in einen breiten, oben abgeflachten Höhenzug über, dessen Querschnitt noch immer dem Durchschnitt eines Domes entspricht. Nimmt endlich die Breite der Zone innerhalb welcher die Ausbrüche statt finden mehr und mehr ab, so entstehen jene, hauptsächlich bei basaltischen Bildungen bekannten Höhenzüge, deren steile, dachförmig geneigten Seitenabhänge in einem schmalen Grat dem höchsten Kamme des Gebirges zusammenstossen.

Im Nachfolgenden sollen zuerst die *vulkanischen Formationen der tertiären Periode* betrachtet werden, alsdann die *posttertiären*, d. h. diejenigen vulkanischen Formationen, deren Bildung *nach Abschluss der Tertiärzeit* begonnen hat und bis in die Gegenwart fortdauert.

A. Tertiäre vulkanische Formationen.

Es wird allgemein angenommen, dass die Ausbrüche der vulkanischen Formationen *erst in der tertiären Periode ihren Anfang gehabt haben*. Diese Annahme wird durch die Thatsache unterstützt,

dass man wenigstens auf dem europäischen Festlande in sedimentären Ablagerungen älter als tertiäre noch nie Fragmente von Trachyten oder Basalten gefunden hat.

Die zu den beiden vulkanischen Gruppen gehörigen Gesteine trifft man häufig in verschiedenen Gegenden zusammen vorkommend, einander durchsetzend und überlagernd, indem sich bald die Gesteine der trachytischen, bald die der basaltischen Formation als die jüngeren erweisen, so dass keine allgemeine, sondern nur locale Folgerungen über ihre gegenseitigen Alters-Verhältnisse gezogen werden können.

1) Trachyt-Formation.

Zu der Trachyt-Formation gehören: Quarztrachyt (Liparit), Sanidintrachyt, Sanidin-Oligoklastrachyt, Domit, Phonolith, die Andesite sowie die Glas- und Schaumgesteine Obsidian, Perlit und Bimsstein. In nicht wenigen Gegenden werden diese Gesteine von Conglomeraten und Tuffen begleitet.

Trachyt-Formation in Ungarn und Siebenbürgen. Die beiden Länder bieten das denkwürdige Beispiel, dass in ihnen, mit Ausnahme der Phonolithe, fast alle Gesteine der trachytischen Formation auftreten und zum Theil über ansehnliche Flächenräume entwickelt sind. Die ungarisch-siebenbürgischen Trachyt-Gebirge bilden nur einen kleinen Theil des grossen Eruptions-Gebietes der tertiären Periode, welches sich von Persien, dem armenischen Hochlande und Kleinasien bis zum Siebengebirge und der Eifel ausdehnt und eine langgezogene Ellipse mit der Hauptrichtung von W. N. W. nach O. S. O. bildet. — Durch die vortrefflichen Arbeiten von **F. v. Richthofen** und **G. Stache** wurden die interessanten Verhältnisse dieses grossartigen vulkanischen Gebirges näher ermittelt.

Hinsichtlich des Auftretens und der Verbreitung unterscheidet **v. Richthofen** in Ungarn fünf besondere Trachyt-Gebirge, nämlich: 1) das Trachyt-Gebirge von Schemnitz; 2) das von Vissegrad; 3) das der Matra; 4) das Eperies-Tokayer-Gebirge; 5) das Vihorlat-Guttin-Gebirge. In Siebenbürgen: 6) das Hargitta-Gebirge und 7) das Siebenbürgische Erzgebirge.

Hinsichtlich der Altersfolge der Eruptiv-Gesteine lassen sich (einschliesslich der Basalte) sechs Gruppen unterscheiden, nämlich: 1) die älteren Hornblende-Andesite (sog. Grünstein-Trachyte **v. Richthofens**); 2) die andesitischen Quarztrachyte (sog. Dacite); 3) die Andesite oder grauen Trachyte; 4) die „Normal-Trachyte"; 5) jüngere Quarztrachyte (Rhyolithe) und 6) die Basalte.

1) Die quarzfreien Hornblende-Andesite sind die ältesten Glieder des ganzen vulkanischen Gebirges. Sie eröffneten die vulkanische Thätigkeit. Man bemerkt bei ihnen keine Spur von untermeerischen Ausbrüchen, von Tuff-Ablagerungen, von durch das umgebende Wasser beschleunigter Abkühlung. Sie bilden Massen-Ausbrüche auf dem Festlande, durchsetzen die Sandsteine der Nummuliten-Formation. In ihrer Verbreitung stehen sie weit hinter den „grauen Trachyten" zurück; nie treten sie in ausgedehnten Zügen auf, sondern in einzelnen stockförmig ausgebreiteten Massen, in den durch ihre schöne Form ausgezeichneten Domen. Die reichen Erzgänge setzen in diesen Gesteinen auf.

2) Die Dacite oder andesitischen Quarztrachyte sind die unmittelbaren Nachfolger der quarzfreien Hornblende-Andesite; sie haben namentlich im siebenbürgischen Erzgebirge ihre Verbreitung. Auch in ihnen setzen Erzgänge auf.

3) Jüngere quarzfreie Hornblende-Andesite, die sog. grauen Trachyte, durchsetzen die vorigen, bedecken sie in einzelnen Kuppen und langgedehnten Zügen. Sie haben ihre Hauptentwickelung in dem mächtigen Eruptions-Gebiet der Hargitta, werden daher auch als Hargitta-Trachyte bezeichnet.

4) Die normalen Trachyte, Sanidin-Oligoklastrachyte, durch ihre rauh-poröse Grundmasse ausgezeichnet, lieferten insbesondere das Material zu den Breccien und Tuffen, die in gewaltigen Massen die Ränder des Hargitta-Gebirges umsäumen. — Ihre Eruption fällt wahrscheinlich in die Zeit der Ablagerung der „Cerithien-Schichten" des Wiener Beckens.

5) Quarztrachyte, von den Glas- und Schaumgesteinen begleitet, sämmtlich von **v. Richthofen** als „Rhyolithe" bezeichnet, sind die jüngsten trachytischen Eruptivgesteine. Die Quarztrachyte, besonders in Ungarn verbreitet, zeichnen sich durch ihre Massen-Eruptionen aus. Obwohl solche denen des Trachytes nicht gleich kommen, gestatten sie dem Gestein doch selbstständige Berge und Gebirge zusammenzusetzen. Die „hyalinen" Rhyolithe, stets die Spuren eines dünnen Flusses, eines hohen Grades der Erhitzung tragend, treten nie Gebirgsbildend auf; sie brechen aus Spalten am Fuss des Trachyt-Gebirges hervor, sich stromartig auf ihrer Unterlage ausbreitend. Als Beispiele mögen die Perlit-Ströme von Telkebanya dienen, die sich von den Höhen in die engen Schluchten des Gönczer Thales verfolgen lassen; an sie schliessen sich Bimsstein-Ströme, erst tiefer im Thal stehen die geschichteten Bimsstein-Tuffe an. — Im Allgemeinen lassen sich für die Rhyolithe zwei Eruptions-Formen unterscheiden: 1) selbstständige vulkanische Schlünde, bei welchen die vulkanische Thätigkeit längere Zeit auf einen Ausflusskanal beschränkt, wohl auch wie noch gegenwärtig in vulkanischen Gebirgen, von Dampf-Ausbrüchen begleitet war; 2) Spalten-Ausbrüche am Rande des älteren Trachyt-Gebirges. — Die Vulkane — so bemerkt **v. Richtofen** ausdrücklich — sind zum grossen Theil wieder verschwunden und wenn man bedenkt, dass sie sich am Grunde eines tiefen Meeres zur Seite des Trachyt-Gebirges erheben, dass mächtige Tuff-Ablagerungen sich aus der Tiefe aufbauten, die kleineren Krater bedeckten, während die grösseren lange Zeit den Einwirkungen von Strömungen u. s. w. ausgesetzt waren, so wird man sich deren Seltenheit wohl erklären können. — Die Reihenfolge der Eruptionen der „Rhyolithe" ist nach **v. Richthofen:** 1) die Periode der Bimsstein-Ablagerungen; 2) die Perlstein-Periode; die Perlite lagerten sich zwischen die Bimsstein-Tuffe, durchsetzen sie in Gängen, bedecken sie stromartig. 3) den Schluss bilden die Ausbrüche der Quarztrachyte.

6) Die Basalte schliessen die Reihe der Eruptiv-Gesteine, welche während der Tertiärzeit zum Ausbruch gelangten. Als kieselsäureärmsten Gesteine bilden sie in chemischer Beziehung einen rechten Gegensatz zu den ihnen vorangegangenen Quarztrachyten. Die Art ihrer Verbreitung in nur sporadisch auftretenden Kuppen oder kleinen Berggruppen deutet — wie **Stache** bemerkt — darauf hin, dass sie einer besonderen, von der ganzen Folge der Trachyt-Eruptionen getrennten Gesteins-Reihe angehören, vielleicht nur als entfernte Ausläufer eines grösseren basaltischen Eruptions-Gebietes zu betrachten sein dürften.

Die Glas- und Schaumgesteine der ungarisch-siebenbürgischen Trachyt-Formation verdienen noch einer kurzen Erwähnung. Dieselben zeigen sich stets an

das Auftreten trachytischer Gesteine geknüpft, so dass sie als untergeordnete Glieder des Trachyt-Gebirges zu betrachten. Die Lagerungs-Formen dieser Gesteine sind, wie schon bemerkt, hauptsächlich Gänge und Ströme. Perlit oder Perlstein ist eines der wichtigsten Glieder der ungarischen Trachyt-Formation, obschon er, wie **v. Richthofen** bemerkt, nicht die grosse Verbreitung besitzt, welche man ihm oft zuschreibt; denn er bedeckt in der Gegend von Tokay nicht als zusammenhängende Masse über einen Flächenraum von 30 Quadratmeilen, er erscheint untergeordnet im Trachyt-Gebirge von Eperies-Tokay in Strömen an den Abhängen und Buchten, vereinzelte Massen bildend. — Bimsstein, welcher besonders im Tokayer Gebirge vorkommt, ist an die Gesellschaft der Quarztrachyte und Perlite geknüpft. Bei Telkebanya erscheinen die Bimssteine zur Zeit der Eruption der Perlite als grobe Conglomerate und als feine Tuffe, über denen sich die Perlite nicht nur deckenartig ausbreiten, sondern auch in Gängen aufsetzen. — Alaunfels. Der in den Umgebungen von Bereghszasz verbreitete und durch viele Steinbrüche aufgeschlossene Alaunfels ist keine ursprüngliche Bildung sondern ein umgewandelter Quarztrachyt, dessen Metamorphose durch Vorgänge bedingt, wie sie in vulkanischen Regionen zu Hause Die Ausbrüche der vulkanischen Massen hatten bedeutende Emanationen von Gasen zur Folge. Der Wahrscheinlichkeit nach waren es zuerst Fluorwasserstoff-Dämpfe, die den ersten Akt der Umwandelung eröffneten, die Auflockerung des Gesteins, die Bildung von Fluorkieselsalzen hervorriefen. In einer späteren Epoche begannen schwefeligsaure oder schwefelsaure Gase mit einem grossen Ueberschuss von Wasserdampf vermengt ihr Werk, die Kieselsäure aus ihren Verbindungen zu verdrängen. Es fand durch diese Vorgänge der Austausch einer grösseren Menge von Kieselsäure gegen eine kleinere von Schwefelsäure statt.

Trachyt-Formation in den Euganäen. Zwischen Alpen und Apennin erheben sich die zu einem kleinen Gebirge verbundenen Euganäischen Hügel, deren höchster Gipfel, Monte Venda, 1800 W. F. erreicht. Der Trachyt verleiht diesem Gebirge seine physiognomische Gestaltung; denn die zahlreichen Kuppen und Kämme bestehen aus Trachyt. Ohne diese würden die Euganäen ein Plateau bilden aus Mergeln und Kalken bestehend und von niedrigen Kuppen von Dolerit, dessen Eruption jener der Trachyte voranging. Die Trachyte zeigen drei verschiedene Formen der Lagerung: in selbstständigen Kuppen und Massen; in Gängen, selten in Lagergängen. Die Trachyt-Gänge setzen sowohl in den tertiären Kalk- und Mergelschichten als auch in Trachyt selbst und in Dolerit auf. Nach **G. vom Rath** lassen sich folgende Abtheilungen unterscheiden: 1) quarzführender Hornblende-Andesit; 2) Sanidin-Oligoklastrachyt; 3) Quarztrachyt und 4) Perlit nebst Pechstein-Porphyr. Unter besonders interessanten Verhältnissen erscheint der Perlit am Monte Sieva, einem auf drei Viertel eines Kreises geschlossenen Ringgebirge. Hier war wohl der Schauplatz der letzten vulkanischen Thätigkeit im Euganäischen Gebirge, deren eruptive Massen unter dem damals noch den Fuss der Hügel umgebenden Meere erstarrten. — Die Zeit der Eruption der Euganäischen Trachyte, die von verschiedenem Alter, fällt wohl in die tertiäre Periode; bei Teolo z. B. haben die Trachyte basaltische Tuffe und der Nummuliten-Formation angehörige Mergel hurchbrochen.

Quarztrachyte auf Island finden sich besonders in den Umgebungen von Reykjavik, am Baula, dessen 3000 F. hoher Kegel aus ihnen gebildet wird. Sie sind im Allgemeinen jünger als die Hauptmasse des dortigen Basalt-Gebirges, welches sie vielfach in Kuppen, wie am Baula, und in Gängen, wie bei Raudukambar durchsetzen.

Doch treten auch wieder jüngere Basalte gangförmig im Trachyt auf; so zwischen Steinsholt und Hruni.

Trachyte im Siebengebirge. Wie die ausgedehnten Trachyt-Gebiete Ungarns für das Studium dieser Formation ein Feld in grossartigsten Massstab bieten, so gewährt das Siebengebirge auf kleinem Raum ein lehrreiches Beispiel. Dies auf dem rechten Rheinufer oberhalb Bonn gelegene Gebirge hat seinen Namen von sieben besonders sich auszeichnenden Bergen, die indess nicht alle aus Trachyt bestehen; es sind Löwenburg, Oelberg, Lohrberg, Petersberg, Nonnenstromberg, Wolkenburg und Drachenfels. Die vorkommenden Trachyte sind: 1) Quarztrachyt, in losen Blöcken unfern der kleinen Rosenau (daher auch Rosenauer Trachyt) und als Einschluss in Trachyt-Conglomerat. 2) Sanidin-Oligoklastrachyt ist hingegen sehr verbreitet; aus ihm besteht der Drachenfels (Drachenfelser Trachyt), Perlenhardt, der Lohrberg, die höchste unter den aus Trachyt bestehenden (1355 P. F.), die Berge zwischen Lohrberg und Schallerberg, Possberg und Hohzelterberg. 3.) Hornblende-Andesit, tritt typisch an der Wolkenburg auf (Wolkenburger Trachyt), ferner am Stenzelberg, Bolvershahn, an den Scheerköpfen u. a. O. — Von anderen Gesteinen erscheinen im Siebengebirge Feldspath-Basalte an der 1413 P. F. hohen Löwenburg, am Petersberg, Nonnenstromberg. — Eine grosse Verbreitung besitzen aber die trachytischen Tuffe und Conglomerate, so namentlich im Mittelbachthale zwischen Drachenfels, Wolkenburg und Petersberg, stellenweise eine Mächtigkeit von 300—400 F. erreichend, dann aber auch nur 10—15 F. Die Trachyt-Tuffe und Conglomerate nehmen sowohl auf devonischer Grauwacke, als auch auf den unteren Gliedern der tertiären Bildungen ihre Stelle ein, werden aber von den Braunkohlen-Lagern und den sie begleitenden Thonen und Sandsteinen bedeckt. Es sind demnach die Tuffe und Conglomerate als eine auf die Nähe des Trachytes beschränkte Zwischen-Bildung im Tertiär-Gebirge zu betrachten, welche in der unmittelbaren Nähe der grossen Trachyt-Berge ausgedehntere, mächtigere Ablagerungen zusammensetzt, entfernter Lager von geringer Mächtigkeit zwischen den tertiären Schichten. Beachtung verdienen die in den Tuffen und Conglomeraten vorkommenden Einschlüsse verschiedener Gesteine, die oft ansehnliche Dimensionen bis zu ein paar Fuss erreichen und Trachyten des Siebengebirges angehören, zumal des sog. Rosenauer; ferner häufig Fragmente von devonischem Sandstein und von Thonschiefer (Königswinter, Ittenbach), so wie Bruchstücke von Basalt (so z. B. in der Nähe des Stenzelberges). Endlich hat man im Trachyt-Conglomerat im Thale des Pleissbaches Pflanzen-Abdrücke aufgefunden, so z B. von *Cinnamomum polymorphum*. — Was das Verhältniss des Trachyt-Conglomerates zu den Trachyten betrifft, so ist es theils älter, theils jünger als solche; letzteres wird durch die erwähnten Einschlüsse von Trachyt-Fragmenten, ersteres aber durch Gänge von Trachyt im Conglomerat bewiesen. Unter diesen ist namentlich einer an der Nordseite der Ittenbacher Hölle, etwa 20 F. mächtig, aus dem „Wolkenburger Trachyt" (Andesit) bemerkenswerth, welcher sich in der Mitte säulenförmig abgesondert zeigt, die Säulen stehen winkelrecht gegen die Saalbänder. Ein anderer Andesit-Gang tritt am Fuss des Brüngelberges auf, etwa 4—5 F. mächtig, ein dritter zwischen der Löwenburger Tränke und dem Löwenburger Hofe. — Bei einigen dieser Gänge ist ein Zusammenhang derselben mit den Kuppen in der Nähe unzweifelhaft. Trachyt-Gänge im Trachyt. Wenn schon aus der petrographischen Verschiedenheit der trachytischen Gesteine des Siebengebirges auch eine Verschiedenheit des Alters derselben zu vermuthen, so wird solches durch die geologischen Verhältnisse

bestätigt. Der Hornblende-Andesit (Wolkenburger Trachyt) tritt gangförmig im Sanidin-Oligoklas-Trachyt auf. In der Nähe des aus Drachenfelser Trachyt bestehenden Gipfels des Wasserfall-Berges ragt eine kleine Kuppe von Andesit hervor, das Ende eines weithin zu verfolgenden, etwa 30 bis 40 F. mächtigen Ganges. Ein ähnlicher Gang findet sich am n. Abhange des Schallerberges, ein dritter durchsetzt in schiefer Richtung die Gesteins-Grenze zwischen dem Trachyt am Kühlsbrunnen und dem Conglomerat. — Wenn man diese so häufig im Conglomerat vorkommenden Rosenauer Trachyte als die ältesten annimmt, so würde sich diesen die Eruption der Drachenfelser anreihen und jene der Wolkenburger den Schluss bilden. Es wären dann im Siebengebirge die an Kieselsäure reichsten, die Quarztrachyte, die ältesten, die an Kieselsäure ärmsten, die Hornblende-Andesite die jüngsten. — Wie die Trachyte, so sind auch die Basalte des Siebengebirges von verschiedenem Alter. Während man, wie bemerkt, Basalt-Fragmente in den Trachyt-Conglomeraten kennt, hat man auch zahlreiche Basalt-Gänge in den trachytischen Tuffen und endlich Basalt-Gänge in den Trachyten und Andesiten beobachtet. — Was die Entstehung der trachytischen Trümmergesteine betrifft, so dürfte ein Theil derselben aus einer Zerstörung der älteren Trachyte hervorgegangen und unter Mitwirkung der Wasser später abgelagert sein, während die bedeutendsten Tuffmassen im Mittelbachthale als Auswürflinge gebildet wurden, vor Eruption eines grossen Theils der Trachyte. Dieser Ansicht ist unter anderen **G. vom Rath** gestützt auf das Vorkommen von Gängen von Trachyt im Conglomerat so wie auf die Bedeckung des letzteren durch Trachytmassen. — Das Siebengebirge und seine Gesteine wurde von der älteren geognostischen Schule als Gegensatz zu einem vulkanischen Gebirge und dessen Producten, den Laven betrachtet. Dies ist aber nicht der Fall. Das Siebengebirge ist ein ächt vulkanisches. Einer der besten Kenner vulkanischer Gebirge, **G. Hartung,** hat sogar eine sehr interessante Parallele zwischen der von ihm so genau durchforschten Insel Terceira*) und dem Siebengebirge gezogen. Er hebt die Aehnlichkeit der mächtigen Lavenströme der azorischen Insel mit den Trachyten des Siebengebirges hervor. Hier wie dort eine massenhafte Anhäufung des vorhandenen Materiales so wie eine Erstarrung zu Formen, die seitlich von steilen Abhängen begrenzt sind und eine im Vergleich zur Höhe nicht bedeutende Ausdehnung in die Länge und Breite erlangen. In der Massen-Entwickelung werden die Trachyt-Ströme von Terceira von den Trachyten des Siebengebirgas keineswegs in einem Grade übertroffen, der einen Vergleich ausschliessen dürfte. Was die Mächtigkeit betrifft, so beträgt dieselbe im Siebengebirge kaum etwas mehr als das Doppelte des senkrechten Abstandes, wie in Terceira, welcher letztere von der Trachyt-Masse des Drachenfels nur um 100 F., also etwa $^1/_4$ ihrer ganzen senkrechten Höhe übertroffen wird, während manche Laven wieder weit mächtiger sind, als z. B. die Trachyte des Stenzelberg. Im Ganzen betrachtet ist die Gesammtmasse von Trachyt-Strömen, die in Gestaltung und Lagerungs-Verhältnissen eine entschiedene Uebereinstimmung erkennen lassen, viel bedeutender, als diejenige der Trachyte des Siebengebirges.

Trachyte in der Eifel. Etwas über 5 Meilen vom Siebengebirge entfernt treten in der sog. Vordereifel Sanidinoligoklas-Trachyte innerhalb eines Flächenraumes von etwa einer Quadrat-Meile zu Tage. Es sind namentlich der bei Adenau gelegene

*) Die Azoren. S. 211.

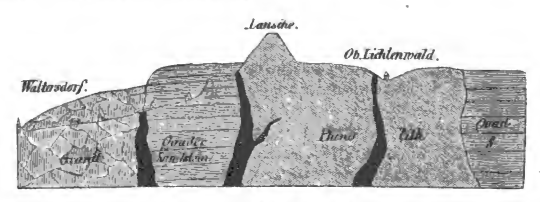
1776 F. hohe Selberg; die Kuppen am Brinkenköpfchen und Freienhäuschen bei Kelberg, der Hügelkranz bei Reimerath. Die genannten Berge zeigen Formen und Absonderung trachytischer Massen, insbesondre säulen- und pfeilerförmige Absonderung, wie bei Welscherath und am Freienhäuschen. Die Trachyte der Eifel treten aus der „Grauwacke von Coblenz" hervor, werden aber nicht wie die Trachyte des Siebengebirges von Conglomeraten begleitet. Wahrscheinlich fand ihre Eruption gleichzeitig mit jenen statt.

Die Phonolithe, welche sich in ihrer mineralogischen Zusammensetzung so enge an die Trachyte anschliessen, zeigen sich in ihrem Vorkommen weit mehr an Basalte geknüpft, mit welchen sie in nicht wenigen Gegenden auftreten.

Phonolith im Gneiss- und Granit-Gebiet. Auf dem grossen Gneiss- und Granit-Plateau des mittleren Frankreich in dem unter dem Namen Velay bekannten Landstrich werden die höchsten Berge aus Phonolith zusammengesetzt, der die nachbarlichen Basalt-Massen weit überragt. Zahlreiche Kegel oder kuppenförmige Berge mit ausgezackten Felsengipfeln stehen in dicht gedrängten Reihen, aber selten mit einander durch Kämme verbunden, sondern fast jeder für sich ein Ganzes bildend. Einer der höchsten (etwa 5400 F.) und durch seine Zuckerhut-Form auffallendsten ist der Gerbier des jones, auch nur Gerbier genannt, gänzlich aus steil aufgerichteten Phonolith-Platten bestehend, deren seltsam büschelförmiger Gruppirung er seinen Namen („Garben-Haufen") verdankt. In geringer Entfernung davon liegt die Felsen-Spitze le Pouce, eine der bizarrsten Formen der ganzen Umgegend, wie der Gerbier aus senkrecht stehenden Phonolith-Platten bestehend, der Kegel oben abgestutzt, wie abgebrochen; scharfe Zacken ragen gleich Mauer-Trümmern an den Rändern empor. Weiter nördlich erhebt sich zu 5500 bis 6000 F. der Mecenc, der gewaltigste Phonolith-Berg im Velay, an dessen Rand phonolithische Tuffe vorkommen. Die Phonolithe des Velay sind übrigens am Schluss der Tertiär-Zeit emporgedrungen, da sie die tertiären Mergel und Süsswasserkalke überlagern (bei Mercour). — Der unfern Aschaffenburg, zwischen Dettingen und dem Lindigwalde vorkommende Phonolith bildet einen Gang im Gneiss. — Als Ausläufer der vulkanischen Massen des böhmischen Mittelgebirges erscheinen im Gneisse des Erzgebirges im Saazer Kreise Phonolithe am kleinen Spitzberg bei Schmiedeberg und bei Schönbach; im Glimmerschiefer am Steinberg bei Schlössel und bei Gottesgab, stockförmige Partien. — Sehr ausgezeichnet durch ihre pittoresken Formen sind die unmittelbar aus Granit auftauchenden Phonolith-Massen des Schömitzsteiner und des Engelhauser Schlossberges unfern Karlsbad.

Phonolith in der devonischen Formation der Eifel. Aus dem Grauwacke- und Thonschiefer-Gebiet der Eifel erheben sich neben den vorwaltenden Basalt-Bergen auch Phonolithe. Unter diesen ist der unfern Brohl gelegene Berg Olbrück, 1434 F. hoch, durch seine pittoreske Form am meisten hervortretend. Der bis zu 1332 F. reichende Thonschiefer zeigt durchaus keine Störung in seiner Lagerung, obwohl er vom Phonolith durchbrochen, auch fehlen Conglomerate und Tuffe. Aber der Phonolith umschliesst zahlreiche, scharfkantige Fragmente von Thonschiefer. Aus dem Gebiet der Trias-Formation, aber auch zum Theil mit Tertiär-Gebilden in Berührung tretend, erheben sich die Phonolithe des Rhöngebirges, in dem Plateau zwischen Teufelsstein, Steinwand, Maulkuppe und der Milsenburg (2500 F.) die grösste Ausdehnung erreichend. Die Schichten des Buntsandsteins und Muschelkalkes werden von einzelnen Phonolith-Gängen durchsetzt, wie bei Treissbach. Es

lassen sich im Rhöngebirge **zwei Phonolithe von verschiedenem Alter unterscheiden**; der ältere ist der am meisten verbreitete, der eine Massen-Eruption bildete und bedeutende Aufrichtungen der Schichten der Trias-Gebilde hervorrief. Allenthalben am Rande des Gebietes dieses Phonoliths zeigt sich Basalt, jenen häufig durchsetzend und Bruchstücke desselben umschliessend. Auf den Basalt folgte nun der jüngere Phonolith, er durchsetzt den Basalt gangförmig, umschliesst Bruchstücke, sowie auch Phonolith-Tuff bei Schackau, welcher den jüngeren Phonolith begleitet, zahlreiche Basalt-Brocken enthält. Der jüngere Phonolith der Rhön nähert sich in seiner Gesteins-Beschaffenheit mehr dem Trachyt; seine Berge erreichen nie die Höhe der des älteren Phonoliths, dessen Hauptmasse sie in vereinzelten Kegeln umgeben **(Gutberlet)**. — Ganz vereinzelt als Durchbruch im Keuper erscheint Phonolith am Heldburger Schlossberg im Coburgischen.



Basalt-Gänge im Phonolith.

Phonolithe im böhmischen Mittelgebirge. Dieselben erreichen hier eine bedeutende Verbreitung, in zahlreichen Kegeln und Domen emporragend, unter welchen der Milleschauer oder Donnersberg der bedeutendste (2573 F.). Die Phonolithe treten in Decken und Strömen, in Stöcken, Kuppen und Gängen auf und erscheinen unter denkwürdiger Beziehung zu den Sandsteinen der Braunkohlen führenden Formation, so wie den Basalt-Tuffen, welche sie in ein höheres Niveau versetzt und in ihrer Lagerung bedeutend gestört haben. Zuweilen zeigt sich Phonolith in stromartig über Tuffen, Basalt-Decken und tertiären Sandsteinen ausgebreiteten Lagen. Am Holaikluk bei Binowe lagert trachytischer Phonolith über Braunkohlen führenden Tuffen, hat sie zum Theil überflossen und die Braunkohle, wo er mit ihr in Berührung kam, verkoakt; der Phonolith selbst ist in pfeilerförmige Massen abgesondert, die senkrecht zu dem Kohlenflötz stehen. — Sowohl die Braunkohlen-Sandsteine, als auch die darunter liegenden Schichten der Pläner-Gebilde und die Basalt-Tuffe werden von Phonolith-Gängen durchsetzt. Gänge im Sandstein finden sich z B. in den Elbe-Gegenden, im Thale von Prosseln; im Plänermergel, der mehr oder weniger umgewandelt, bei Letschtine; im Basalt-Tuff im sog. tollen Graben bei Wesseln, wo sie — 3 bis 9 Fuss mächtig — mauerartig aus dem Tuff hervorragen; ferner zwischen Binowe und Wellhetten, wo sie die basaltischen Tuffe und Conglomerate und zugleich die Binowe-Saleseler Kohlenflötze durchsetzen und vielfach verwerfen. Dass die Phonolithe selbst von verschiedenem Alter lässt sich in der Gegend von Letschtine beobachten. Hier setzt, oberhalb Rongstock, im Basalt, zum Theil auch im Phonolith-Tuff ein mehrere Klafter mächtiger Gang des gemeinen Phonoliths auf. Diesen Stock durchbricht nun fast in seiner Mitte ein etwas über 2 Klafter mächtiger Gang des trachytischen Phonolithe und richtet die Platten, in welche der gemeine Phonolith abgesondert, mehr oder weniger steil empor, zertrümmert und verwirft sie mannigfach. Im Allgemeinen waren

es wohl die Phonolithe, wie **Jokely** glaubt, welche nach Absatz der Hauptmassen des Basaltes in deren Lagerung, wie in ihren Höhen-Verhältnissen gegenüber dem angrenzenden Quader-Gebirge, die wesentlichsten Abweichungen hervorriefen und in der Hauptsache dem Mittelgebirge seine jetzige Gestalt verliehen hatten. Dass übrigens auch Phonolithe von Basalt durchsetzt werden, ist im Basstreicher Steinbruch bei Binowe zu beobachten, wo ein etwa 10 Klafter mächtiger Stock des trachytischen Phonoliths von einem etwa 2 F. mächtigen Olivin führenden Basalt-Gang durchsetzt wird. — Auch im nordwestlichen Theil des Riesengebirges, wo Phonolithe und Basalte zusammen auftreten, zeichnen sich jene vor diesen durch ihre bedeutenderen Höhen und durch ihre regelmässigere Kegelform aus; dies ist namentlich in der Gegend zwischen Gabel und Kreibitz, wo die Lausche (2469) F.), Kleisberg, Limberg und andere Kegel emporragen. Doch bildet dort der Phonolith auch ebene Bergrücken, wie der Lichtenberg, Reste einstiger Ströme. Solche Phonolith-Decken sind häufig durch Zerklüftung in zahllose Blöcke zerstückelt, so dass Felsenmeere, sog. Teufelsmühlen entstehen wie am Dürreberg unweit Lichtewalde. Die Phonolithe, welche den Quadersandstein vielfach durchbracheu, hoben und zerstückelten, werden von Gängen jüngeren Basaltes durchsetzt; so am Fusse der Lausche, wo die Basalte am Fusse des Kegels zum Vorschein kommen. — In der Lausitz finden sich gleichfalls Phonolith-Gänge im Quader-Sandstein, wie z. B. unfern Hain.

Phonolithe und Basalte im Höhgau. Beide Gesteine erscheinen hier unter denkwürdigen Verhältnissen.*) Eine „intercolline" Mulde, wie sie **Lyell** nennt, d. h. eine von der vulkanischen Thätigkeit verschonte Thalbildung, trennt die Phonolith-Berge von den basaltischen. Der Boden, aus dem sie sich erheben, wird von jurassischen Kalken und von Diluvial-Geröllen gebildet. Oestlich von den Basalten steigt ein welliger Rücken aus Phonolithtuff empor, der am Sickenberg bei Mühlhausen 663 M. erreicht, sich nach S. sanft abdacht, bei Schloss Staufen zu 577 M. und weiterhin nach S. einen steileren Rücken an der Roseneck bildet. Aus diesem, aus Phonolithtuff bestehenden Rücken erheben sich einige Phonolith-Kuppen, deren höchste der Mägdeberg mit 666 M., der Staufen 595 M. und der Gennersbohl. Am Rande des Tuffrückens steigen aber, theilweise durch Erosion von den umgehenden Tuffen getrennt die imponirendsten Phonolith-Kuppen auf: der Hohenkrähen 644 M. und der Hohentwiel 692 M. Während der erstere eine spitzere, fast zuckerhutartige Gestalt besitzt, zeigt der andere eine breite Kuppel, deren steile Seitenwände jene für javanische Vulkane characteristische durch Erosion bedingte Rippung zeigen. Der Glockenform der Berge entspricht ihre innere Structur. Schalenförmig über einander liegende Gesteins-Platten, die an den Seiten steil mit dem Bergabhang einfallen, auf der Bergkuppe sich wölben, flach legen. Eine solche Glockenform und Zusammensetzung aus concentrischen Lagen ist bezeichnend für viele erloschene und noch thätige Vulkangebirge. Es ist die Form, wie **K. v. Fritsch** bemerkt, in der häufig die trachytischen Massen hervortreten, die zähflüssig die Oberfläche erreichen, sich daher selten in ausgedehnteren Strömen horizontal ausbreiten; wo sie aber Ströme bilden nur äusserst selten solche von geringer Mächtigkeit erzeugen. — Die Phonolithe des Höhgau, obschon besonders durch den Nosean als

*) Notizen über geologische Verhältnisse im Höhgau von **K. v. Fritsch** im Jahrb. f. Min. 1865, S. 651 ff.

makroskopischen Gemengtheil characterisirt, zeichnen sich dennoch wieder dadurch aus, dass fast jede Kuppe ihre petrographischen Eigenthümlichkeiten besitzt. Die Phonolithtuffe enthalten nicht selten Krystalle oder Krystall-Fragmente von Sanidin, Hornblende, Titanit u. s. w., so wie Brocken von Gneiss und Granit ferner von Jurakalk und Molasse. Ausserdem kommen aber in den Tuffen, zumal bei Hohenkrähen noch organische Reste vor, sowohl pflanzliche, wie *Glyptostrobus europaeus* u. a. Leitpflanzen der Molasse-Formation, so wie thierische, zumal Steinkerne der *Helix moguntina*. Die Tuffe sind geschichtet und zeigen öfter eine Art von Pisolith-Structur indem sie rundliche, erbsen- bis haselnussgrosse Körnchen umschliessen. Was die Entstehung dieser Tuffe betrifft, so dürften sie kaum für ein Erzeugniss der Erosion der Phonolith-Kuppen durch Wasser zu halten sein. Dem wiederspricht die so sehr über die Phonolithe vorwiegende Tuffmasse, so wie das scharfe Abschneiden der fast horizontalen Tuff-Lagen am Phonolith. Es liegt vielmehr die Vermuthung nahe, dass die Tuffe von, unter Mitwirkung des Wassers abgelagerten Aschen-Auswürfen herrühren, dass die in ihnen vorkommenden, oft scharfkantigen und eckigen Gesteins-Fragmente aus der Tiefe mit emporgerissene Auswürflinge. Jedenfalls ist die gesammte Tuffmasse nicht das Resultat eines einzigen, vielmehr einer ganzen Reihe von Ausbrüchen, zwischen denen lange Zeiträume liegen. Betrachtet man die Tuffe als Schlamm-Ausbrüche, so muss deren Ablagerung zum grossen Theil vor den Massen-Ausbrüchen des Phonoliths erfolgt sein, dessen kleinere Berge sie fast ganz umhüllen. — Nicht geringeres Interesse bieten die, durch die intercolline Mulden getrennten, nachbarlichen Basalt-Berge des Höhgaus, welche fast gleiche Höhe besitzen: der Hoffenstoffeln 846 M., und der Hohenhöwen (848 M.) Die lehrreichsten Verhältnisse bietet der letztere. An seinem Fusse lagert der weisse Jurakalk, auf den Molassesandsteine und Nagelfluh folgen, endlich in der Höhe Mergel und Thon mit Süsswassergyps. In der Nähe des Gypses, auf beiden Seiten des Berges befindet sich das vulkanische Gestein: das Schlacken-Agglomerat der ehemaligen Kraterwände, welches die Hauptmasse des Hohenhöwen bildet, aber bereits auf verschiedenen Stufen der Zersetzung begriffen. Am Ostabhang des Berges schreitet man auf schlackigen Lapillis; man würde sich — sagt **v. Fritsch** — wenn der dichte umgebende Wald nicht wäre, vollkommen auf den Hang eines kaum erloschenen Vulkans versetzt fühlen. Das sind dieselben runden Bomben von grösseren und kleineren Dimensionen, mit und ohne Kern, dieselben Laventhränen, die seilförmigen Schlacken, alle Formen der frischen Lapilli. Nach **v. Fritsch** lässt sich der innere und äussere Talus von wenigstens zwei Krateren nachweisen, deren Mündungen wohl nahe beisammen waren. Der eine scheint durch den Basalt der Höhe erfüllt und begraben worden zu sein, der andere durch Erosion seine Form verloren zu haben. Die Agglomerat-Massen werden von Basalt-Lagen durchsetzt und wechsellagern mit solchen: ein Verhältniss, das bei Krateren stattfindet, die mehr als eine Eruption hatten, in deren Nähe noch andere Kratere sind. Die, von einer Ruine gekrönte Spitze des Berges besteht aus Basalt. — Die Ausbrüche der Basalte und der Phonolithe nebst ihren Tuffen im Höhgau fanden wohl geichzeitig statt oder wechselten ab zu Ende der Tertiärzeit.

Berg- und Felsformen der Phonolithe. Unter allen vulkanischen Gesteinen erreichen die Berge des Phonolith — wie schon erwähnt — am meisten die Kegel-Form, sie besitzen die schlanksten Gestalten. Die schroff emporragenden und spitz zulaufenden Kegel erscheinen bald vereinzelt, bald zu mehreren, und dann reihenweise vertheilt, als ob sie einer gemeinschaftlichen Spalte entstiegen wären. Letzteres ist

der Fall in vielen Gegenden: im böhmischen Mittelgebirge, in der Rhön, im Höhgau, im Velay. Die Phonolith-Kegel scheinen oft da, wo sie zugleich mit Basalt-Bergen auftreten, bei ihren schlanken Formen höher zu sein, wie diese, wie z. B. im Höhgau. An den Gehängen und auf den Gipfeln zeigt sich Phonolith bisweilen in Säulen zerspalten, die aber jenen des Basalt an Regelmässigkeit gewöhnlich nachstehen; Beispiele bieten der Krzemusch in Böhmen, der Roc de Curé im Velay, der Monte Rosso in den Euganeen, namentlich aber die unter dem Namen „Lots Weib“ bekannten Säulen-Partien auf St. Helena. (Die Höhe der Säulen-Masse beträgt 160 Fuss; ihr Gipfel befindet sich 1423 engl. F. über dem Meeresspiegel.)



Phonolith-Säulen auf St. Helena.

In Folge der Verwitterung werden die Phonolith-Massen mit einer eigenthümlichen weissen, erdigen Rinde bedeckt. Der Boden, welcher aus Zersetzung des Phonoliths hervorgeht, ist dem Pflanzen-Wachsthum nicht ungünstig.

2) Basalt-Formation.

In ihrer Verbreitung übertrifft die Basalt-Formation bei Weitem die trachytische. In Europa lassen sich nach **Zirkel** drei grosse Zonen unterscheiden. Der nördlichste Zug ist jener, welcher aus dem n. Irland durch die Hebriden und Schottland sich erstreckt, weiterhin die Faröer bildet, endlich auf Island die gewaltigen Decken zusammensetzt. Die zweite oder mitteldeutsche Basalt-Zone zieht sich von der Eifel über das Siebengebirge, Westerwald, Vogelsgebirge, Rhön, Thüringen, Sachsen, durch das n. Böhmen nach Schlesien. Die dritte südlichste Zone ist die grosse in Central-Frankreich.

Die Lagerungs-Formen der Basalt-Formation sind sehr mannigfaltig. Bald über grosse Flächenräume ausgedehnte Decken, bald Lager und Ströme. Aber nicht minder häufig erscheinen Basalte in Kuppen und ganz besonders in Gängen.

Als Beispiele für die ausserordentliche Verbreitung der Basalte in der Form von Decken mag Island dienen, wo solche über einen Raum von etwa 1800 Quadratm. ausgedehnt und bedeutende Mächtigkeit erreicht. Die Basalt-Formation Islands — sagt **Zirkel** — stellt sich als ein mächtiges Schichten-System dar; an den hohen Felsenmauern, welche die Küsten bilden sieht man oft, so weit der Blick reicht, die Basalt-Decken horizontal fortlaufen und wie in einem kunstvollen Mauerwerk liegen oft hundert solcher Lager über einander, horizontale Terassen mit senkrecht abfallenden Wänden, grosse Treppen darstellend. — Ebenso, aber ungleich grossartiger ist die Ausdehnung der Basalt-Formation in Deccan, Vorderindien über mehr als 12,000 M. als eine ungeheure, terassenförmig ansteigende Decke. — Für Deutschland mag das Vogelsgebirge als Beispiel gelten, das über einen Raum von etwa 40 Quadratmeilen, am Taufstein mit 3130 F. seinen höchsten Punkt erreicht.

Die Basalt-Gesteine zerfallen, wie oben gezeigt wurde*), in drei Abtheilungen: 1) Feldspathbasalte; die Dolerite und Anamesite, so wie die dichten Feldspathbasalte; 2) die Nephelinbasalte, die Nephelinite und dichten Nephelinbasalte und 3) Leucitbasalte. In den meisten ihrer Verbreitungs-Gebieten werden Basaltgesteine von ansehnlichen Conglomerat- und Tuffmassen begleitet.

Zirkel hat bereits darauf aufmerksam gemacht, wie im Grossen und Ganzen die zu einem Gebiet zusammengeschaarten Basalt-Vorkommnisse unter einander in ihrer Zusammensetzung nur wenig verschieden, während aber die einzelnen Regionen mit einander verglichen sich oft recht verschieden zeigen.

Als Beispiele für eine solche geographische Absonderung können gelten die basaltischen Gesteine Schottlands, der Hebriden, der Faröer, Islands, dann des Siebengebirges und Vogelsgebirges, so wie in Frankreich, Auvergne, Velay, Vivarais sämmtlich zu den Feldspathbasalten gehören.

In ihren Eruptions-Richtungen scheinen die verschiedenen Basalt-Gesteine in einem gewissen Zusammenhang zu stehen. Im Grossen und Ganzen befolgen die Leucit- und Nephelinbasalte die Richtung S. W. nach N. O., die Feldspathbasalte S. O. nach N. W., entsprechend den Hauptgebirgszügen und Haupthälern ihrer Region. Das böhmische Erzgebirge weist nur Leucit- und Nephelinbasalte auf. Parallel dem Erzgebirge verlaufen die Leucit-Nephelin-Basalte Sachsens, des böhmischen Mittelgebirges, des Duppauer und Fichtelgebirges. In fast geradlieniger Fortsetzung treten dieselben auf in der schwäbischen Alp, im Elsenzthal, Schwarzwald, Kaiserstuhl. Eine geringe Abweichung durch eine stärkere Neigung nach N. scheinen die Nephelinbasalte des Katzenbuckels mit der Fortsetzung der hohen Rhön zu besitzen. Die Feldspathbasalte des n. w. Deutschland zwischen Harz, Thüringer Wald und Rheinthal befolgen wie es scheint die Richtung des Thüringer Waldes und die des Rheinthales, von S. O. nach N. W. Derselben Richtung dürften die Feldspath-

*) Siehe oben S. 108.

basalte der Auvergne, Cantal, Velay, Vivarais entsprechen, auch vielleicht die Vorkommnisse Islands und der Faröer.*)

Im Nachfolgenden seien einige der wichtigeren Vorkommnisse der verschiedenen Basaltgesteine aufgeführt, nach den Gebirgs-Formationen in welchen sie auftreten geordnet.

Im Gneiss-Gebiete des Erzgebirges, als Ausläufer der gewaltigen Massen des böhmischen Mittelgebirges finden sich zahlreiche gang- und stockförmige Partien von Leucit- und Nephelinbasalt, welche sich von den nachbarlichen Gneiss-Bergen schon durch ihre Formen unterscheiden. So im Saazer Kreis in Böhmen der Gross-Spitzberg bei Pressnitz, der Gross-Hassberg, der Scheibenberger Kamm; die Bärensteiner Kuppe bei Annaberg in Sachsen. In den Umgebungen von Bilin sitzen viele Gänge von Leucitbasalt im Gneiss auf und umschliessen Schollen desselben. — Am Fusse des Melibokus in der Nähe von Auerbach an der Bergstrasse tritt Nephelinbasalt gangförmig im Gneiss auf; an einer Stelle zeigt er sich in zahlreiche Kugeln abgesondert, die sich in Folge der Verwitterung von einander abgelösst haben, aber durch ein kalkiges Bindemittel zusammengehalten werden.

Im Granit treten im Fichtelgebirge Leucit-Nephelinbasalte in grösseren Kuppen und Stöcken auf, wie bei Tobieseureuth, am Plattenberg bei Liebenstein. — Bekannt ist das Vorkommen von Leucitbasalt bei Stolpen in Sachsen; ferner im Riesengebirge, wo er am Rande der kleinen Schneegrube den Granit durchsetzt, der höchste Basaltberg (4400 F.) in Deutschland. — In ähnlicher Weise erscheint in ansehnlicher Höhe 3237 F. am Hohenstein bei Hornberg in der Mitte des Schwarzwaldes ein Hauyn führender „Magmabasalt."

Unter weit interessanteren Verhältnissen erscheinen Basaltgesteine im Gebiet der Sedimentär-Formationen.

In der devonischen Formation der Eifel, in der Grauwacke von Coblenz treten zahlreiche Kuppen von Feldspathbasalten auf, wie Landskrone bei Neuenahr, Brinkenköpfchen bei Kelberg, hohe Kotzhardt bei Kirchsahr, Michelsberg bei Münstereifel, die Nyrburg u. a. Die Basalte werden öfter von Conglomeraten begleitet, umschliessen auch Brocken der Grauwacke. Auch in Gängen treten die Basalte dort auf; so bei Liers und an der Lochmühle. — Auch in der Grauwacke Nassaus erscheinen Feldspathbasalte unter ähnlichen Verhältnissen, bei Limburg, Hadamar; am Hirschstein bei Dillenburg umschliesst der Basalt viele Brocken verglasten Spiriferensandsteins. — Endlich bei Giessen, am Steinberg und Siebenhügel durchbrechen Feldspathbasalte die Grauwacke.

Im Rothliegenden der Umgebung von Darmstadt kommen mehrfach Basalte vor, so insbesondere ein ausgezeichneter Feldspathbasalt am 298 M. hohen Rossberg bei Rossdorf, wo der Basalt sich unmittelbar aus dem Rothliegenden erhebt und stellenweise dessen Schichten bedeckt. Ferner am Stefferitz bei Gunderhausen; bei Dippelshof bildet Basalt eine etwa 80 M. mächtige, gangartige Masse, die vielfach in Säulen abgesondert, welche senkrecht zu den Saalbändern stehen.

In der Trias-Formation stellen sich Basaltgesteine unter besonders denkwürdigen Verhältnissen ein. Es sind namentlich die Umgebungen des Vogelsgebirges, welches von drei Seiten von Buntsandstein begrenzt, wo Feldspathbasalte mehrfach

---

*) Vergl. **Boricky,** petrographische Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. S. 290.

den letzteren in Kuppen und Gängen durchsetzen und Erscheinungen hervorriefen, welche einst nicht wenig dazu beigetragen haben, die Ansichten von der neptunischen Entstehungs-Weise des Basaltes zu erschüttern. Einer der lehrreichsten Punkte ist der Wildenstein bei Büdingen in Hessen. Aus dem zu 400 F. Höhe emporsteigenden Buntsandstein-Gebirge, solches etwa um 120 F. überragend, erhebt sich eine vereinzelte Basalt-Kuppe, die an mehreren Stellen säulenförmige Absonderung wahrnehmen lässt. Auffallend sind die von Basalt umschlossenen Massen des Buntsandsteins. Der sonst rothe Sandstein erscheint gefrittet und völlig prismatisirt, d. h. er hat durch die Hitze des heraufgedrungenen Basaltes eine säulenförmige Absonderung erlangt, wie wir solche auch Sandsteine annehmen sehen, die bei hüttenmännischen Processen einer bedeutenden Hitze ausgesetzt werden.*) Die Sandstein-Säulen besitzen bei einer Dicke von 1/4 bis 5 Zoll zuweilen eine Länge von 2 oder 3 Fuss: es sind solche von 1 Zoll Dicke und 6 bis 7 F. Länge vorgekommen. Basalt und Sandstein sind oft so fest mit einander verschmolzen, dass man Handstücke schlagen kann, halb aus diesem, halb aus jenem bestehend. Noch an anderen Orten in der genannten Gegend haben Feldspathbasalte den Buntsandstein durchbrochen, wie am Alpstein bei Kirchhosbach, an der blauen Kuppe bei Eschwege. An beiden Orten lässt sich die Einwirkung der eruptiven Masse auf das Nebengestein gut beobachten. In der Peripherie des Durchbruchs erscheinen die umgebenden Sandsteine nur schwach gebrannt, während die von Basalt umschlossenen Sandsteine theils zusammengesintert, theils zu einer glasartigen Masse geworden. — Eine besondere Erwähnung verdient noch die Masse der prismatisirten Sandsteine, (welche ausser am Wildenstein noch an anderen Orten nachgewiesen, wie z. B. am Stoppelsberg bei Hünfeld, am Steinberg bei Breuna, Calvarienberg bei Fulda, am Oetzberg unfern Darmstadt u. a. O.) Es sind nämlich die Zwischenräume zwischen den Quarz-Körnern, die von Sprüngen durchzogen, mit einer amorphen, glasartigen Masse von braunlicher Farbe erfüllt. In derselben haben verschiedene mikroskopische Ausscheidungen statt gefunden, mit mannigfach gruppirten Beloniten u. dergl. Dass die Glasmasse zwischen den Quarz-Körnern des Sandsteines in Bewegung gewesen sein muss, beweisen die Fluctuations-Erscheinungen der aus den Mikrolithen gebildeten Stränge. Nach **Zirkel**, welchem die Untersuchungen zu verdanken, ist das Glas kein Tachylyt, vielmehr wohl ein kieselsäurereicheres, entstanden durch Schmelzung der eisen- und kalkhaltigen Thontheilchen (Cäment) des einer grossen Hitze ausgesetzten Sandsteines, dessen Quarz-Körner bis auf die Sprünge unversehrt blieben. — In den nämlichen, oben genannten Gegenden Hessens tritt Basalt auch im Muschelkalk auf. Allenthalben zeigt sich aber die nämliche Thatsache, dass der Basalt sich aus dem Sedimentärgebirge erhob, ohne in den Lagerungs-Verhältnissen Störungen hervorzurufen, dass sich sein Einfluss nur auf die Gesteins-Masse erstreckte. — Unter den interessanteren Punkten sind zu nennen die Ahneschlucht am n. Gehänge des Habichtswaldes, wo ein steiler Basalt-Kegel aus dem Muschelkalk emporsteigt und zahlreiche Brocken desselben umschliesst. Am Kirschberg bei Hünefeld setzt Basalt in gewaltigen Gängen

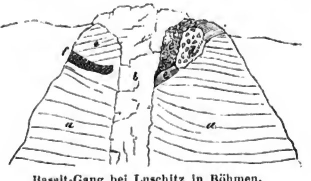
*) **Voltz** machte namentlich darauf aufmerksam, dass die aus dem Hohofen der Friedrichshütte bei Laubach genommenen Gestellsteine des Buntsandsteins, die nämliche Beschaffenheit und Prismatisirung zeigen, wie der Buntsandstein des Wildensteins, von solchen in keiner Weise zu unterscheiden sind.

im Muschelkalk auf und hat ansehnliche Massen desselben umhüllt, in denen manche Leitmuscheln enthalten. — In den durch ihre schönen säulenförmigen Bildungen ausgezeichneten Kuppen erhebt sich im Thüringischen am Gebaberg, am Dolmar, am Feldstein bei Themar Basalt aus Muschelkalk; in schmalen Gängen bei Hörschel unweit Eisenach. — Im Gebiet des Keupers erscheint Basalt an den Gleichbergen in Thüringen, die Lettenkohlen-Gruppe durchsetzend. Dann am hohen Parkstein unfern Weiden in Bayern.

In der Jura-Formation Schwabens treten Nephelinbasalte auf. Während die in der Trias des n. w. Deutschlands vorkommenden Basalte nur hin und wieder von Conglomeraten begleitet werden, sind solche im schwäbischen Jura zu einer besonderen Entwickelung gelangt. Diese Trümmer-Gesteine, bald mehr als Conglomerate, bald mehr als Tuffe ausgebildet, sind im Allgemeinen in einem sehr zersetzten Zustande, so dass sie an der Oberfläche oft als lockerer Schutt erscheinen. Jurakalk in kleinen, scharfkantigen Stücken und in Blöcken von mehreren Fussen Durchmesser wird selten in den Conglomeraten vermisst, ja es häufen sich solche in dem Grade an, dass Kalk-Conglomerate, durch basaltischen Schutt verkittet, entstehen. Auch Brooken von Gneiss, Granit werden darin getroffen. Es scheint, dass manchmal diese Conglomerate die Eruption der Basalte eröffneten und dass zuweilen die Basalte gar nicht zur Erdoberfläche gelangten. — Unter den interessanteren Punkten sind zu nennen: der durch seine Kegelform ausgezeichnete 1577 Fuss hohe Karfenbühl bei Dettingen, der Jusiberg, der hohe Neuffen u. a.

In der Kreide-Formation. Das Quadersandstein- und Pläner-Gebiet Sachsens und Böhmens, besonders in der nächsten Umgebung des Mittelgebirges wird von zahlreichen basaltischen Massen (es sind zumal Leucit-Nephelinbasalte) in der Form von Kegeln, Kuppen, Stöcken und Gängen durchsetzt. Besonders lehrreiche Punkte um die Verhältnisse zwischen dem eruptiven Gebilde und den durchbrochenen Sedimentär-Ablagerungen kennen zu lernen, bietet die Gegend von Leitmeritz, Trziblitz, Luschitz. Am letztgenannten Orte hat ein Basalt-Gang den Pläner durchsetzt und mehr oder weniger umgewandelt in Jaspis-artige Massen und hat einzelne Bruchstücke von Pläner losgerissen und umschlossen. — Der Pläner der Gegend von Kröndorf ist durch den Basalt

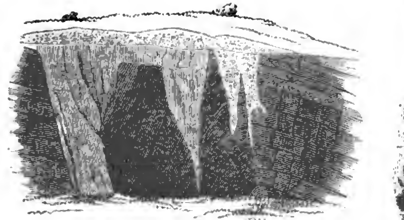
a) Thoniger Pläner.
b) Basalt.
c) Basalt-Conglomerat.
d) Pläner-Massen.
e) Umgewandelter Pläner.
f) Kleine Kohlen-Schmitzen.

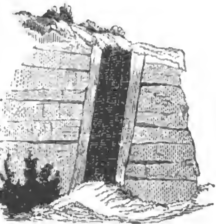


Basalt-Gang bei Luschitz in Böhmen.

zu einem blauen, dem sog. Porcellan-Jaspis ähnlichen Gestein geworden. Der Quadersandstein bei Johnsdorf unweit Zittau wird von Basalt durchsetzt: an der Grenze zeigt sich der Sandstein in 1 bis 3 Zoll dicke und zuweilen fusslange Säulen zerspalten, also ganz in ähnlicher Weise umgewandelt, wie der Buntsandstein am Wildenstein u. a. O. Basaltische Tuffe und Conglomerate treten im Allgemeinen bei den im Gebiete des Quaders und Pläners vereinzelt auftauchenden Basalten seltener und nicht in grosser Entwickelung auf. — Auch im Bereiche der weissen Kreide erscheinen Basalte unter recht denkwürdigen Verhältnissen in verschiedenen Gegenden Irlands,

wie namentlich die Untersuchungen von **Portlock** zeigten. In der Grafschaft Antrim durchsetzen zahlreiche Basalt-Gänge in den Umgebungen von Portrusch, Ballycastle die weisse Kreide; die basaltische Masse ist häufig in horizontale, mit ihrer Längs-Axe gegen die Sahlbänder gerichtete Säulen abgesondert, während die Kreide oft auf ein paar Fuss weit in körnigen Kalk, in den schönsten Marmor umgewandelt ist. Petrefacten finden sich in diesem körnigen Kalke nicht.





Basalt-Gänge in der Kreide Irlands.

Zuweilen sind die Basalte von eigenthümlichen Conglomeraten begleitet; in basaltischem Schutt liegen Brocken von Basalt, von Kreide und von Feuerstein. — Die Lagerungs-Verhältnisse der Kreide an der Küste von Dorsetshire und auf der Insel Wight haben durch Basalt beträchtliche Störungen erfahren; die Schichten sind steil aufgerichtet, stehen fast auf dem Kopfe, während die Feuerstein-Lagen sich nicht selten zerbrochen, zertrümmert zeigen.

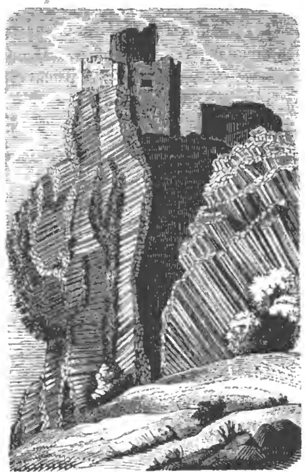
In den Tertiär-Formationen sind nun Basaltgesteine recht eigentlich zu Hause. Nicht selten treten sie in wiederholter Wechsellagerung mit eocänen, oligocänen und miocänen Schichten auf, werden ungleich häufiger, wie in anderen Formationen, von Tuffen und Conglomeraten begleitet, welche nicht selten organische Reste enthalten, die über die Alters-Verhältnisse der Basalte Aufschluss gewähren. — Das denkwürdige Vorkommen von Basaltgesteinen im Gebiet der Nummuliten-Formation des Vicentinischen wurde bereits erwähnt. Die Nummulitenkalke erscheinen dort in vielfachem Wechsel mit basaltischen Tuffen; es finden völlige Uebergänge von Nummulitenkalk durch Versteinerungen führende Tuffe in Basalte statt. — Die Eruptionen der (vorzugsweise Leucit- oder Nephelin-haltigen) Basaltgesteine in den Tertiär-Becken Böhmens fanden zum Theil unter Wasser statt; dies beweisen die ungeheueren Massen von zusammengeschwemmtem Schlamm, Schutt und basaltischem Trümmer-Gestein, welche mit einer Mächtigkeit von 600 F. an einzelnen Stellen in Form grober, knollig angehäufter Basalt-Conglomerate einem gewaltigen Mantel gleich das ganze Basalt-Gebirge umgeben, in horizontaler Auflagerung auf Grundgebirge, Braunkohlen-Formation und Basalt bis zu 2100 F. Meeres-Höhe aufsteigend, wohl auch mit jüngeren basaltischen Ergiessungen wechsellagernd. Ja es breiten sich fein abgeschlämmte Tuffe, basaltische Schlamm-Massen, noch auf weite Entfernung über das Gebiet der Braunkohlen-Formation aus, mit deren Schichten häufig wechsellagernd. Die Basalte selbst erscheinen in den verschiedensten Lagerungs-Formen, in Strömen und Decken, insbesondere aber in den für sie in so hohem Grade bezeichnenden Kuppen und Kegeln, endlich in zahllosen Gängen die Schichten der Braunkohlen-Formation, zumal

den Sandstein, durchsetzend. An den Elbe-Ufern, in der Umgegend von Aussig treten solche Gänge sehr deutlich als Ausläufer der grösseren Massen auf. Bei Wannowa durchsetzt ein etwa 9 F. mächtiger Gang senkrecht die horizontalen Sandstein-Schichten, besteht in der Mitte aus säulenförmig abgesondertem, an den Sahlbändern aber aus verwittertem Basalt. Ein anderer Gang bildet den durch seine schönen Säulen ausgezeichneten Felsen Werregotsch. Die vom Basalt durchbrochenen Gesteine zeigen in dessen Nähe oft mannigfache Umwandelungen, die Sandsteine sind gefrittet, die plastischen Thone sind zu sog. Porcellan-Jaspis geworden. Die Flötze der Braunkohlen werden, wie z. B. bei Binowe, gar nicht selten von Basalt-Gängen durchsetzt, mehrfach um 2 bis 3 Klafter verworfen; die Braunkohle selbst ist oft durch die Einwirkung des Basaltes in dem Grade vertaubt, dass man viele nur zur Düngermasse verwenden konnte. Für die Basalt-Gebilde des Mittelgebirges besonders characteristisch ist das bedeutende Vorwalten der Tuffe und Conglomerate gegenüber den Basalten. Viele der Tuffe sind durch die wohl ausgebildeten Krystalle von Augit, Hornblende, Biotit ausgezeichnet. **Jokely** bezweifelt, dass die genannten Mineralien sich hier stets auf secundärer Lagerstätte befinden. Beachtung verdienen auch die thonigen, mergeligen oder sandigen Schichten, welche sehr oft das Liegende der Tuffe ausmachen, oder mit ihnen wechsellagern. Es scheint mit diesen Schichten gleichsam der Absatz der basaltischen Massen eingeleitet worden zu sein; sie sind das Verbindungs-Glied zwischen jenen und den Braunkohlen-Sandsteinen und Thonen. — Die Tuffe gewinnen noch weiteres Interesse, weil sie nicht selten organische Reste enthalten. *) — Wie in der Trias, so gewinnen auch im Tertiär Hessens Basaltgesteine wieder besonderes Interesse. Es sind Feldspathbasalte die hier auftreten, aber namentlich die ächten Dolerite am Meissner, welche hier zusammen mit Basalten erscheinen. Der die Braunkohlen begleitende Thon zeigt sich in der Nähe des Eruptivgesteins nicht nur geglüht, sondern sogar prismatisirt (Stangenschwühl der Bergleute), in zierlichen, fünf- bis sechsseitigen Säulchen, die auf ihrer Aussenseite mit bolartiger Substanz bedeckt. Nicht minder denkwürdig sind die Umwandlungen, welche die Braunkohlen am Meissner erfahren haben. In der unmittelbaren Nähe des vulkanischen Gesteins bis auf einige Fuss Weite erscheint die Braunkohle von Anthracit-artiger Beschaffenheit und säulenförmig abgesondert, als sog. Stangenkohle; diese geht in grösserer Entfernung in Glanzkohle, diese wieder in Pechkohle und letztere endlich in die gewöhnliche Braunkohle über. Für den Erguss des vulkanischen Gebildes am Meissner ist dessen deckenartige Lagerung über einem Braunkohlenflötze in mehr als einer Stunde Länge und etwa einer Viertelstunde Breite bezeichnend. — **Moesta** hat, durch schöne Profile näher erläuternd, darauf aufmerksam gemacht,**) wie am Meissner Dolerite und Basalte scharf von einander geschieden erscheinen. Die eigentlichen dunkelfarbigen Basalte werden durch Gehalt an Olivin und säulenförmige Absonderung characterisirt. Sie stellen sich nur an der Peripherie des Berges ein und scheinen der Tertiär-Bildung ihre muldenförmige Gestalt gegeben zu haben. Die später heraufgedrungenen, jüngeren Dolerite setzen einen grossen Theil des Plateaus vom Meissner zusammen. — Auch am Hirschberg in Hessen lassen die durch den Bergbau aufgeschlossenen doleritischen

*) Siehe oben S. 398.

**) Geologische Schilderung der Gegend zwischen dem Meissner und Hirschberg in Hessen.

Gänge, welche durch die Braunkohlen-Lager setzen, ihren Einfluss, wie am Meissner erkennen. Wie dort die besseren Kohlensorten, Pechkohle, Stangenkohle zunächst unter der basaltischen Decke erscheinen, so treten auch hier die Pechkohlen nur im Bereich der Gänge auf, deren grosse Zahl das reichliche Vorkommen guter Kohlensorten erklärt. Sehr richtig bemerkt **Moesta:** wie die fortschreitende Industrie erst in neuerer Zeit erreicht hat, durch Erhitzung und Pressung aus geringeren Kohlensorten ein besseres Brennmaterial zu erzielen — in der nämlichen Weise arbeitete hier schon vor Jahrtausenden die Natur, nur in vollkommnerer Art und grösserem Massstab. — Im niederrheinischen Tertiär-Becken, in der Umgebung des Siebengebirges treten, wie schon oben erwähnt, Feldspathbasalte zugleich mit Trachyten und Conglomeraten auf. Die oberen Schichten des Braunkohlen-Gebirges ruhen auf Basalt und Basalt-Conglomerat; die Hauptmasse des Basaltes ist demnach älter, als die obersten Schichten der oligocänen Formation. Zu dieser zeigt das Basalt-Conglomerat ähnliche Beziehungen, wie das Trachyt-Conglomerat von welchem es nicht zu trennen. Gleich diesem ist es als eine Zwischenbildung zu betrachten. Jüngerer Basalt setzt in Gängen sowohl im Trachyt, wie im Basalt-Conglomerat auf.



Basalt-Säulen am Schlosse Rochemaure.

Berg- und Felsformen des Basalt. Für die Berge des Basalt ist die Kuppen-Form die am meisten bezeichnende, in vielen Gegenden vorkommende; selten erreichen basaltische Berge die Schlankheit der phonolithischen. Die Gehänge sind oft besetzt mit einzelnen Felsmassen, die als Pfeiler und senkrechte Mauern aus dem Boden hervorragen. Säulenartige Absonderung trifft man bekanntlich bei keinem Gestein so häufig und so ausgezeichnet, wie beim Basalt. Auf Gehängen und Gipfeln seiner Berge bilden Säulen oft vollständige Gruppen und Colonna-

den. Beispiele bieten,*) das böhmische Mittelgebirge, die Lausitz, das Velay und Vivarais; in letzterem Landstriche verdienen namentlich die Säulen-Basalte an den Ufern der Auliere, das Riesenpflaster von Chenavari, so wie die schönen Säulen-Gruppen beim Schlosse Rochemaure Erwähnung.

Ungeachtet seiner bedeutenden Festigkeit verwittert Basalt im Allgemeinen leicht, seine Massen bedecken sich mit einer rostbraunen Rinde und liefern zuletzt einen für die Vegetation sehr günstigen lehmigen Boden.

B. Posttertiäre vulkanische Formationen.

Unter einem eigentlichen Vulkan**) versteht man einen Berg von meist Dom- oder kegelförmiger Gestalt, welcher durch einen auf seiner Oberfläche befindlichen, schlotartigen Canal festes und flüssiges Gesteins-Material zu Tage gefördert hat oder noch fördert. Dieser Begriff ist jedoch im engern Sinne nur für den Einzel-Vulkan gültig, wie solche z. B. im mittleren Frankreich isolirt emporragen. Er darf nicht auf denjenigen Punkt eines vulkanischen Gebirges angewendet werden, wo ein augenblicklich thätiger Krater vorhanden. Denn dieser bildet nur den Theil eines grösseren Ganzen. Vulkanische Gebirge sind durch allmählige Anhäufung kleinerer Vulkane entstanden.

Eruptions-Kegel oder besser Aufschüttungs-Kegel sind die durch die nach und nach erfolgte, wiederholte, langsame Aufschüttung von vulkanischem Material gebildete Berge.

Krater heisst die schlot- oder trichterartige Vertiefung, welche während der vulkanischen Thätigkeit die Verbindung zwischen dem Sitze der letzteren, d. h. den Erdtiefen und der Erdoberfläche vermittelt.

Die Umrisse eines Kraters entsprechen am ehesten einem Trichter oder Kessel. Kraterboden wird der tiefste Theil genannt, Kraterrand die durch ausgeworfene Massen gebildete Umwallung. — Ein Vulkan hat oft mehrere Kratere aufzuweisen. Als Hauptkrater gilt dann der thätigste. Die Dimensionen der Kratere sind ebenso verschieden, wie die Höhen der einzelnen Vulkane.

Nachfolgende Tabelle gibt Höhen und Krater-Durchmesser einiger Vulkane an.

	Absolute Höhe.	Krater-Breite.
Volcano (Liparen)	1224 F.	3000 F.
Stromboli	2775 -	2000 -
Vesuv	3600 -	1870 -

*) Auf S. 135 war bereits von den Basalt-Säulen die Rede.

) Wer sich eingehender mit der Vulkanenlehre beschäftigen will, findet vielfache Belehrung in dem Werke von **C. W. C. Fuchs: Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. 1865.

	Absolute Höhe.	Krater - Breite.
Kirauea auf Hawaihi	3650 F.	$^{3}/_{4}$ Meile
Aetna	10200 -	1500 F.
Pico de Teyde auf Teneriffa . . .	11400 -	600 -
Mauna Roa auf Hawaihi	12690 -	$^{2}/_{5}$ Meile
Toluca in Mexico	14220 -	3000 F.
Kliutschewskaia Sopka (Kamtschatka) .	14790 -	2220 -
Popokatepetl in Mexico	16626 -	5000 -
Pichincha in Quito	17650 -	5000 -

Es gibt aber auch vulkanische Gebirge, die gar keinen Krater besitzen. So auf der Madeira-Gruppe sind, nach **Hartung** langgestreckte, vulkanische Berge, an welchen nirgends die Spuren eines grösseren Vulkans mit einem Krater und einem schlotartigen Canal wahrzunehmen. Auch auf Palma, Gran-Canaria ist dies der Fall.

Explosions-Kratere. Es gibt aber noch solche kesselartige Vertiefungen, welche man — gegenüber den bisher betrachteten Eruptions- oder Ausbruchs-Krateren — als Explosions-Kratere bezeichnet. Sie lassen, wie **v. Fritsch** und **Reiss** besonders hervorheben, nicht die symmetrische Anorduung der Schichten des vulkanischen Materials rings um den Ausbruchs-Punkt wahrnehmen, vielmehr zeigen die Umwallungs-Mauern der Kessel die abgebrochenen Schichtköpfe der Lava-Bänke, es ist unverkennbar, dass die auf solche Weise entblössten Schichten nach eben jener Richtung fortsetzten, in welcher jetzt die Einsenkung sie abschneidet. In nicht wenigen solcher Vertiefungen sind jetzt vulkanische Berge aufgeworfen, oft ansehnliche Höhe erreichend.

K. v. Fritsch und **W. Reiss** theilen in ihrem schönen Werke eine Tabelle mit über einige der bedeutendsten vulkanischen Kessel und der in ihnen aufragenden Kegel

Gebirge	der Einsenkung Länge (Kilometer)	Breite (Kilometer)	Tiefe (Meter)	Areal Quadr. Kilom.	Höchster Punkt der Umwallung	Höhe in Metern	Gipfel des centralen Kegels	Meter
Tenerife	20	12	713	188,5	Guajara	2715	Teyde	3711
Albaner Gebirge	11,1	10,2	436	88,9	M. Artemisio	947	M. Cavo	954
Santorin	11,1	7,4	750	64,5	Merovulion	361	Nea Kaimeni	105
Gunung Tengger	7,0	6,5	554	35,7	Budolembu	2652	Kembang	2591
Lago di Vico	7,4	5,7	260	33,1	M. Fogliano	812	M. Venere	812
Palma, Caldera	7,1	5,9	1854	32,9	P. de la Cruz	2356	—	
Fogo, Capverd.	7,4	5,6	1000	32,5	—	2800	P. do Fogo	2796
Aetna, Val del Bove	7,6	5,2	—	31,0	—	—	—	
Rocca Monfina	6,6	5,4	366	28,0	Cortinella	952	M. de la Croce	1002
Somma, Vesuv	3,7	3,7	424	10,7	Punta Nasone	1151	P. del Palo	1228

Ueber die Entstehung dieser vulkanischen Kesselthäler, die auch als Caldeiras auf den atlantischen Inseln bezeichnet werden, bemerken die beiden genannten Forscher besonders Folgendes. Langsam und allmählig, durch rastlos sich wiederholende Dampf-Ausbrüche, werden die festen Gesteins-Massen der Gebirge zerklüftet, zertrümmert und schliesslich ausgeworfen. Die Veränderungen in der Intensität der Ausbrüche, die Abnahme der Kräfte, gegen den Schluss der Eruption bieten die im ersten Augenblicke auffallende Erscheinung: dass die Umgebungen solcher Explosions-Kratere nur selten Spalten oder Zerreissungen zeigen, wie wir sie bei Pulver-Sprengungen zu sehen gewohnt sind. Der Vorgang ist aber ein ganz anderer. Bei Pulver eine einmalige, gewaltige Explosion; bei vulkanischen Kräften durch lange Zeit wiederholte kleinere Ausbrüche, durch welche alle nicht mehr fest mit dem ganzen Gebirge verbundenen Felspartien hinweggeräumt wurden. Als solche Explosions-Kratere müssen, ebenso wie die Einsenkung der Somma, auch die vielen Calderas der Azoren betrachtet werden. — Untersucht man aber diese Kesselthäler genauer, so überzeugt man sich bald, dass namentlich bei den grösseren die ursprüngliche Gestalt vielfache Veränderungen erlitten haben muss. Denn einmal fanden nicht selten im Grunde der Kessel bedeutende Eruptionen statt, durch welche stattliche Berge aufgeworfen wurden, deren Ausbruchs-Material den Boden der Caldeiras erhöhen musste; dann zeigen sich aber überall an den Umwallungen die Wirkungen der Erosion. — Im Verlauf der Zeit wandelt die Erosion die Explosions-Kratere in kesselartige Thalschluchten um; im Grunde des Kessels bilden die nach und nach sich ansammelnden Wasser einen See. In der Geschichte der Vulkane werden die Explosions-Kratere stets eine wichtige Rolle spielen. Galten sie doch der älteren Schule als sogenannte „Erhebungs-Kratere“, indem man von der Ansicht ausging, dass durch die Hebung fester Gesteins-Masse ein vulkanischer Berg gebildet worden sei, dass bei eben dieser Hebung die Schichten der Erdoberfläche durchbrochen und durch Einsturz in der Mitte sich ein Erhebungs-Krater gebildet habe.

Erloschene und noch thätige Vulkane. Als erloschene Vulkane pflegt man solche zu bezeichnen, die in historischer Zeit, seit Menschengedenken keine Eruptions-Erscheinungen wahrnehmen liessen, als thätige, bei welchen solches aber der Fall. Diese Unterscheidung ist eine sehr unsichere und schwer durchzuführende. Das Urtheil eines der besten Kenner vulkanischer Gebirge sei hier angeführt. **W. Reiss** sagt in seinem „Ausflug nach Aegina und Methana“: Nicht die in Chroniken oder wissenschaftlichen Werken aufbewahrten Ausbruchsberichte lassen erkennen, ob ein vulkanisches Gebirge als erloschen oder noch thätig zu betrachten; die Entscheidung dieser Frage kann nur aus einer Untersuchung der geognostischen und topographischen Verhältnisse solcher abgeleitet werden; zu ihrer Lösung ist das Studium der beiden, die Gestalt der Berge bedingenden, aber entgegengesetzt wirkenden, aufbauenden und zerstörenden Naturkräfte zu Grunde zu legen. Von diesem Gesichtspunkte aus ist als erloschen, im wissenschaftlichen Sinne, ein eruptives Gebirge nur dann zu betrachten, wenn die durch die Ablagerung der Ausbruchs-Massen bedingten Bergformen und die sie bildenden Gesteine einzig und allein durch die lang andauernde Einwirkung der zersetzenden Thätigkeit der Atmosphärilien und der erodirenden Kraft des fliessenden Wassers verändert wurden, ohne dass neue Eruptionen zu einer Umgestaltung des Terrains beitrugen.

Reihen- und Central-Vulkane. In Bezug auf Gruppirung und Ver-

theilung der vulkanischen Gebirge pflegt man zu unterscheiden: 1. Reihen-Vulkane, die längs einer Linie mehr oder weniger von einander entfernt liegen; die Vulkan-Reihen erscheinen auch als doppelte, auf zwei ziemlich gleichlaufenden Linien vertheilt. 2. Central-Vulkane; mehrere Vulkane liegen gruppenweise beisammen, oft in der Art, dass eine Anzahl kleinerer um einen grösseren geschaart, der gleichsam das Centrum der vulkanischen Thätigkeit bildet.

Im Nachfolgenden ist eine gedrängte Uebersicht der wichtigsten Vulkan-Gebiete, erloschenen wie noch thätigen, versucht, mit besonderer Berücksichtigung der deutschen.

Vulkan-Gebiet in der Eifel. Nirgends im Deutschen Reiche treten erloschene Vulkane so zahlreich und unter so denkwürdigen Verhältnissen auf, wie in der Eifel.*)

Die Vulkanen-Reihe der Vordereifel erstreckt sich von dem höchsten Punkte bei Bertrich, von der Falkenlei bis zum Goldberg bei Ormont, von S. O. nach N. W. auf eine Entfernung von $6^1/_2$ Meilen. Diese Richtung schneidet das Streichen der Schichten des Rheinischen Schiefer-Gebirges nahezu rechtwinklig. In dem genannten Gebiete liegen die interessantesten Orte der ganzen Eifel; namentlich Bertrich, Gillenfeld, Daun, Dockweiler, Rockeskyll, Gerolstein, Manderscheid, Meerfeld.

Verhalten der Vulkane zum Grund-Gebirge und zur Oberfläche, Die vulkanischen Massen treten vorzugsweise innerhalb des Bereiches der devonischen Formation auf und zwar entweder in der unteren Abtheilung, dem Schiefer und Sandstein, oder in der mittlen, dem Eifeler Kalk; ausnahmsweise auch im Buntsandstein. Die Gestaltung der Boden-Oberfläche war zur Zeit der Ausbrüche schon im Allgemeinen die nämliche, wie jetzt; die später eingetretenen Veränderungen dienen namentlich zur Ermittelung des verschiedenen Alters der Ausbrüche. Es beweisen insbesondere die in ihre nachbarlichen Thäler geflossenen Lavenströme, dass diese Thäler bereits vorhanden waren.

Laven-Ströme. Die Reihenfolge der Ausbrüche lässt sich durch die seitdem erfolgte Austiefung der Thäler namentlich dann feststellen, wo ein beträchtlicher Unterschied in der späteren Vertiefung der Thäler vorhanden. Zu den ältesten Lavaströmen gehören jener, der vom Kalemberg bei Birresborn gegen N. ins Kyllthal geflossen, sowie der, welcher von Kopp an der rechten Seite des Fischbaches bis ins Kyllthal fortzieht; ferner der Devonschichten deutlich aufgelagerte der Lilei bei Uedersdorf; unter den neueren Laven-Strömen ist der von Bertrich zu nennen. Weil die deutlichsten Laven-Ströme stets in senkrechte Säulen und Pfeiler zerspalten, so lässt sich auch von jenen Gesteins-Massen. welche diese Absonderung zeigen, auf ähnliche Entstehungs-Weise schliessen. Die Lava-Platten finden sich oft auf Tuff aufliegend und von solchem bedeckt — ein Beweis, dass an der nämlichen Stelle wiederholte und verschiedenartige vulkanische Thätigkeit obwaltete, die mit Auswurf loser Massen begann, an den sich Erguss geschmolzener Lava reihete, die von losen Massen wieder bedeckt wurde.

Kratere. Wohl erhaltene Kratere, von Schlacken und Tuffen umgeben, finden sich an einigen Orten in unmittelbarer Verbindung mit deutlichen Laven-Strömen; an vielen anderen aber trifft man Kratere, die keine Ströme geliefert zu haben scheinen (Krater der Facher-Höhe, des Wetchert bei Wolmerath, am Mosenberg, am Nerother

*) Ueber die Eifel ist zu vergleichen: **H. v. Dechen,** Geognostischer Führer in die Vulkan-Reihe der Vorder-Eifel; und: **Vogelsang,** Die Vulkane der Eifel, in ihrer Bildungsweise erläutert.

Kopf u. a.). Die Kratere werden bald von geschichteten Auswurf-Producten, von Tuffen, bald von zusammengebackenen Schlacken umgeben. Die Tuffe enthalten Fragmente von Schlacken und namentlich der durchbrochenen Sedimentär-Gesteine (Thonschiefer, Grauwacke, Eifeler Kalk); die zusammengebackenen Schlacken gehen in poröse basaltische Gesteine, aus denen die Laven-Ströme bestehen, über.

Maare und vulkanische Kesselthäler. Zu den charakteristischen Erscheinungen in der Eifel gehören jene unter dem Namen Maare bekannten und gewöhnlich mit Wasser erfüllten kesselartigen Vertiefungen im Grauwacke-Gebirge. Sie zeigen sich bald völlig geschlossen, d. h. von einer, an keiner Stelle unterbrochenen Umwallung umgeben, wie das Pulvermaar bei Gillenfeld, Torfmaar bei Uedeler, Gemünder Maar, Weinfelder Maar bei Daun u. a., bald ist ihre Umwallung durch ein Abflussthal unterbrochen, z. B. das Immerather Maar, die Maare von Ober- und Niederwinkel, von Schalkenmehren, während bei noch anderen ein Zu- und Abflussthal vorhanden, wie am Meerfelder Maar, Dreiser Weiher. — Was die Entstehung der Maare betrifft, so sind die Ansichten darüber verschieden. Viele Geologen betrachten sie als „Explosions-Kratere“, analog den „Calderas“ der Azoren, wie eben der gründliche Kenner jener Inseln. Im Allgemeinen — so bemerkt **G. Hartung** — machen die Caldeiras der Azoren denselben Eindruck, wie die Maare der Eifel, welche Höhlungen darstellen, die aus dem älteren Gebirge ausgeblasen wurden, während um dieselben sich ein Wall anhäufte, in welchem die Bruchstücke der durchbrochenen und fortgesprengten Felsarten mit vulkanischen Massen untermischt anstehen. Die Mannigfaltigkeit der einzelnen über einander liegenden Schichten, bald aus kleineren Schlacken-Stücken, sog. Lapilli bestehend, bald aus staubartigen Theilen, deutet darauf hin, dass die Tuffmassen nicht mit einem einzigen, sondern mit verschiedenen, einander bald folgenden Stössen ausgeworfen wurden. — Eine andere Erklärung gibt **Vogelsang,** welcher die Maare als Einsenkungen betrachtet, veranlasst durch vorausgebildete, unterirdische Hohlräume. Die Kesselthäler ohne alle Eruptions-Producte dürften nur als durch Einsenkung entstanden sein. Sobald ein eigentlicher Eruptions-Wall den ursprünglichen Krater umgibt, ist es — wie **Vogelsang** sagt — nicht wohl zu entscheiden, ob der innere Trichter mehr der Eruption oder einem Zurücksinken der Massen zuzuschreiben ist. Das Letztere ist aber jedenfalls da vorauszusetzen, wo die Schichten keine centrale Lagerung zeigen. So mögen das Gemünder und das Schalkenmehrener Maar in ihrer jetzigen Beschaffenheit Eruptions-Trichter repräsentiren, das mittlere, das Weinfelder Maar ist nur eine vulkanische Pinge und später als jene entstanden. Das Pulvermaar und die Immerather Maare sind Einsenkungen in flach gelagerten Tuffen. Dass die Kratere, welche diese Tuffmassen lieferten, gerade an der Stelle jener Maare lagen, ist möglich, aber nicht nothwendig. Ob das Meerfelder Maar eingesenkt wurde, nachdem die umgebende Tuff-Ablagerung schon ausgeworfen war, ist ebenfalls unbestimmt. Der Kessel von Wehr und der Laacher See erklären sich vielleicht am einfachsten als mächtige Einsenkungen, deren Ränder durch Eruption und Erosion vielfach umgestaltet wurden.

Umgebungen des Laacher See. Zu den interessantesten vulkanischen Gebieten des Deutschen Reiches gehören die Umgebungen des Laacher Sees.*) Aus-

*) Aus der reichhaltigen Literatur über den Laacher See seien hier nur genannt: **v. Oeynhausen:** Erläuterungen zu der geognostisch-orographischen Karte des Laacher Sees (1847); **H. v. Dechen:** geognostischer Führer zu dem Laacher See und seiner

bruchs-Kegel, Lavenströme, ausgeschleudertes Material, Tuffe verschiedener Art sind vorhanden. Bemerkenswerth ist zunächst die grosse Zahl der Vulkane. Auf einem Flächenraum von etwa 4 Quadratmeilen erheben sich gegen 40 Vulkan-Kegel. Zu den wichtigeren derselben gehören, von W. nach O. aus betrachtet, folgende: Die Hannebacher Ley und der Perlerkopf erheben sich aus Devonischem Schiefer; der Bausenberg, von 1050 F. absoluter Höhe, mit gut erhaltenem Kraterwall und Lavenstrom; der 995 F. hohe Herchenberg, ein kegelförmiger Schlackenhügel; der Veitskopf, als abgestumpfter Kegel sich darstellend, der einen beträchtlichen Lavenstrom in das Thal von Glees sendet; der Krufterofen (mit 1443 F. Meereshöhe), der erhabenste Punkt am Laacher See, mit dem grössten Krater; der Hochsimmer, mit deutlichem Krater und Lavenstrom in das Nettethal; der Forstberg, mit ausgezeichnetem Krater und zwei Lavenströmen. — Die Gesteine, aus welchen die Vulkane der Umgebung des Laacher gebildet worden, sind vorzugsweise Leucitbasaltlaven, doch kommen auch Nephelinbasaltlaven vor, wie am Herchenberg, zumal aber an der Hannebacher Ley. Was die Ausbildungs-Weise des vulkanischen Materials betrifft, so lassen sich unterscheiden: Schlackenberge und Schlackenrücken; Kratere und Gesteins-Kuppen. Die Laven nehmen ihre Stelle auf dem herrschenden Grundgebirge ein, auf Grauwacke und Thonschiefer. Die Lavenströme haben sich in die Thäler ergossen: ein Beweis, dass diese bereits fast vollständig ihre jetzige Gestaltung besassen. — Eine grosse Verbreitung in den Umgebungen des Laacher See besitzen Tuffe verschiedener Art. Sie lassen sich unterscheiden als Lavatuffe, aus zerkleinerter Lava bestehend, von wirklichen Vulkanen abstammend; geschichtete Anhäufungen von Auswurfs-Producten, häufig, aber in vereinzelten Partien auftretend. Leucittuff, nach seiner Benutzung auch Backofenstein genannt, ungeschichtet und massig, bildet bis über 70 F. mächtige Ablagerungen, die in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut werden. Ausserdem treten aber noch geschichtete Leucittuffe auf. Ein sehr verbreiteter, dem Backofenstein ähnlicher Tuff ist der Trass, in dem Brohlthal, in der Niederung bei Kruft, Plaidt, am Randgebirge des Sees. Der Trass, auch unter dem Namen Duckstein bekannt, dürfte nach **v. Oeynhausen** als eine aus Spalten hervorgebrochene Schlamm-Lava zu betrachten sein. Die grösste Verbreitung erlangen Bimsstein-Tuffe. Am Krufter-Ofen erreichen sie ihre grösste Mächtigkeit (über 100 F.). Der Umstand, dass die Bimsstein-Ablagerungen von Letten-Streifen durchzogen, deutet auf wiederholte Bimsstein-Auswürfe hin. Unmittelbar über den Bimsstein-Tuffen liegen als letztes Glied der Bimsstein-Ueberschüttung die „grauen" oder Trachyttuffe. Sie besitzen ihre grösste Verbreitung und Mächtigkeit an dem Randgebirge um den Laacher See. Dieselben bestehen vorwaltend aus trachytischem Material, Lapilli, Asche, besonders aber aus den „Bomben" des „Laacher Trachytes." — In den Schichten der Trachyttuffe kommen nun jene Auswürflinge vor, unter dem Namen „Lesesteine" bekannt, die besonders dem Laacher See bei den Mineralogen seine Berühmtheit verliehen haben. Sie lassen sich in zwei Classen scheiden. Die erste umfasst Fragmente metamorphischer Schiefergesteine, einiger krystallinischer Gesteine und gewisse Krystall-Aggregate. Der zweiten Classe gehören die interessanteren Lesesteine an, mineralogisch auch wegen ihres vorwaltenden Bestandtheiles Sanidingesteine genannt. An der Zusammensetzung der „Sanidinbomben" betheiligen sich noch: Kalk-

---

vulkanischen Umgebung (1864) und **L. Dressel:** geognostisch-geologische Skizze der Laacher Vulkan-Gegend (1871).

spath, ein Plagioklas, Augit, Hornblende, Biotit, Granat, Nosean, Hauyn, Meionit Nephelin, Apatit, Spinell, Orthit, Amblystegit, Monacit, Zirkon und Eisenglanz. Die Bomben sind entweder dicht oder enthalten Hohlräume; in diesen haben nun namentlich schöne Krystalle genannter Mineralien ihren Sitz. — Es gibt nur eine vulkanische Localität, welche mit dem Laacher See an Zahl und Mannigfaltigkeit der Auswürflinge wetteifern kann: die Monte Somma am Vesuv.*) — In den Umgebungen des Laacher See liegen endlich über den trachytischen und Bimsstein-Tuffen als jüngste und letzte Producte der vulkanischen Thätigkeit die sog. Britzschichten, welche bald locker, bald cämentirt, eine Mächtigkeit von 15 bis 20 F. erreichen. Sie bestehen einerseits aus zerbröckeltem devonischen Schiefer, Grauwacke und Quarz, anderseits aus Krystall-Fragmenten von vorwaltendem Sanidin, Nosean, Augit, Hornblende, Titanit, Biotit und Magneteisen. — Der merkwürdige Laacher See bildet nun den Mittelpunkt des Vulkan-Gebietes. Seine Oberfläche nimmt etwa $^1/_6$ Quadratmeile ein. Man bedarf zwei Stunden, um ihn zu umwandern. Er erreicht eine Tiefe von 170 F. Der gewaltige Kessel stellt einen runden Trichter dar, in sedimentäres und vulkanisches Gestein eingesenkt. Der grössere Theil der Umgebung besteht aus Tuffen, zumal aus den grauen Tuffen mit Laacher Trachyten. — Nach Beschaffenheit und Zusammensetzung stimmt der Laacher See völlig mit den Maaren der Eifel überein; der Hauptunterschied besteht wohl nur in den grösseren Dimensionen des ersteren. „Es scheint kein Grund vorhanden — sagt der erste Kenner dieses Gebietes, **H. v. Dechen** — dem Laacher See eine andere Bildungs-Weise zuzuschreiben, als den Maaren der Eifel: er kann daher als eine Höhlung betrachtet werden, welche aus dem älteren Gebilde ausgeblasen wurde", d. h. als Explosions-Krater. — Anderer Ansicht ist, wie oben bemerkt, **H. Vogelsang**, der als Hauptmoment für die Bildung Boden-Einsenkung annimmt; eine Ansicht, welcher sich auch **L. Dressel** angeschlossen hat. — Was nun die Zeit der vulkanischen Thätigkeit betrifft, so hat solche allerdings schon vor Abschluss der oligocänen Periode begonnen. Sie hat aber sehr lange fortgedauert; ein Theil der Ausbrüche gehört den neuesten Veränderungen an, welche diese Gegend betroffen haben; ihre Producte liegen an der Erdoberfläche auf den sonst neuesten Ablagernngen. Es umfasst daher die Reihenfolge vulkanischer Ausbrüche im Laacher See-Gebiete einen sehr langen Zeitraum, von beträchtlichen Pausen der Ruhe unterbrochen. In demselben Zeitraum hat die Bildung der Thäler, die Entwickelung der Oberflächenform statt gefunden.

Der Vulkan am Rodderberg, südlich vom Drachenfels, auf dem linken Rheinufer, steigt zu 590 F. Höhe an. Sein Krater ist noch wohl erhalten, der flache Boden fast ganz von Löss eingenommen, so dass die Schlackenmassen nur in einem elliptischen Ringe zu Tage treten. Die Schlacken umschliessen häufig Brocken von Grauwacke und Thonschiefer, die oft völlig gefrittet, wie mit Email überzogen sind. In grösserer Tiefe, in dem nach Mehlem hinabführenden Hohlwege gehen die Schlacken in vulkanischen Tuff über, der die nämlichen Einschlüsse birgt. In den Hohlwegen in der Nähe des Rodderberges finden sich die vulkanischen Tuffe schichtenweise im Löss. Der Ausbruch des Rodderberges erfolgte zu einer Zeit, als die denselben umgebenden Gerölle-Ablagerungen bereits vorhanden, aber die Bildung des Löss noch nicht abgeschlossen war.

---

*) Eine interessante Parallele zwischen Laacher See und Monte Somma hat **Th. Wolf** gezogen; die Auswürflinge des Laacher Sees, in: Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. XX, 1.

Der Kammerbühl bei Eger in Böhmen ist ein erloschener Vulkan. Aus dem Glimmerschiefer-Gebiet erheben sich einige Felsen schlackigen Basaltes; in ihrer Umgebung liegen zahlreiche schlackige Auswürflinge umher, zu einem kleinen Hügel angehäuft Es sind theils poröse Schlacken, theils Bomben, die Brocken von Quarz und verglaste Glimmerschiefer-Fragmente umhüllen. Wahrscheinlich fand nur ein Ausbruch, da wo die basaltischen Massen zu Tage gehen, statt und zwar unter Wasser, wofür die deutliche Uebereinanderlagerung der Schlacken in Schichten spricht.

Erloschene Vulkane in Frankreich. Es gibt besonders drei grössere Gebiete, in welchen solche vorkommen: Auvergne, im Vivarais und Velay.

Auvergne. Aus dem Granit-Plateau ragen vereinzelt, aber nahe beisammen zahlreiche Vulkan-Kegel empor. Durch seine Form besonders ausgezeichnet ist der Puy de Pariou in der Gegend von Clermont; er gleicht einem abgestumpften Kegel. Er besitzt einen bedeutenden Krater von etwa 2800 F. im Umfang und gegen 200 F. Tiefe. Die Gehänge des Berges sind mit zahlreichen Schlacken, schwammigen Massen von hochrother Farbe bedeckt, welche nicht selten Bruchstücke von Granit umschliessen. Einen gleichfalls wohl erhaltenen Krater hat der Puy de Chalar aufzuweisen, der einen mächtigen Laven-Strom entsendet hat. Ein sehr deutlicher Ausbruchs-Kegel ist ferner der auch im Granit-Gebiet befindliche Gour de Tazena, dessen Gehänge mit zahllosen Laven- und Schlacken-Brocken, sowie mit einer dünnen Laven-Rinde überzogenen Granit-Trümmern bedeckt ist. Für die Kratere von bedeutenderem Umfang ist es bezeichnend, dass ihnen die Ganzheit fehlt, indem da, wo die Lava abfloss, der Kraterrand vermisst wird. Ein Beispiel bietet der zur Hälfte zerrissene Krater des Puy de la Vache, zur Vulkanen-Gruppe des Puy de Dome gehörig. Hier ist Alles entblösst, die Schlacken sind — wie **C. v. Leonhard** in seiner populären Geologie bemerkt — so frisch, so auffallend durch ihre Farbe, dass man glauben möchte, der Ausbruch habe vor nicht langen Jahren statt gefunden. Im Innern des über 460 F. Tiefe messenden Kraters ist das Pflanzen-Wachsthum höchst ärmlich, denn Schlacken und Lapilli sind dessen Gedeihen besonders ungünstig. Eine Haide-Decke bekleidet die Weitung wie das Berg-Gehänge; nur sparsam ragt hin und wieder ein verkümmertes Bäumchen hervor. Deutlich ist wahrzunehmen, wie die aufgestiegene feuerig flüssige Masse einen Theil des Randes, jenen, der am wenigsten Widerstand zu leisten vermochte, durchbrach, um sich zu ergiessen. Der Puy in seiner gegenwärtigen Beschaffenheit ist nur ein Segment, ein Abschnitt eines unermesslichen Kraters. — Die Laven-Ströme in der Auvergne stehen jenen in den Umgebungen noch thätiger Vulkane nicht nach. Einen besonders ausgezeichneten hat der zunächst Clermont gelegene Gravenoire aufzuweisen. Dieser am Rande des Granit-Plateaus auftretende Kegelberg besitzt keinen deutlichen Krater, nur regellose, mit Schlacken und vulkanischen Bomben erfüllte Vertiefungen. Allenthalben werden die Gehänge von Schlacken bedeckt; mehrere hundert Fuss unterhalb des Gipfels tritt an der gegen Clermont gekehrten Seite der Laven-Strom aus Schlacken-Haufwerk hervor, sich weiter unten in zwei Arme theilend, deren jeder einer besonderen Richtung folgt.

Erloschene Vulkane im Vivarais. Die vulkanischen Massen dieses Landstriches brechen aus dem Gneiss hervor; sie treten zugleich mit Basalten auf. Diese bedecken die Höhen, breiten sich auf ihnen Plateau-artig aus, die Laven erfüllen die Thäler, nehmen in ihnen ihren Verlauf. Unter den erloschenen Vulkanen verdient zumal Erwähnung Montagne de la Coupe, auch La Coupe d'Ayzac genannt, unfern Antraigues. Der Berg von der Form eines abgestutzten Kegels erhebt sich etwa zu 12–1300 F. über die Volane bei Antraigues; ungefähr 150 F. niedriger als der Gipfel

befindet sich der gegen 8 F. breite und 300 F. tiefe Krater. Laven-Ströme sind deutlich zu beobachten; es scheinen 2 oder 3 auf einander gefolgt zu sein. Einer der grössten Kratere des Vivarais ist der von Jaujac; ein dritter der von Montpezat. Der letztere besitzt zwar keine vollkommene Kegel-Gestalt, ist aber ein unverkennbarer Krater, dessen Ränder nur gegen N. scharf eingesenkt sind. Er hat zwei bis drei Laven-Ströme ergossen, welche die auf Gneiss ruhenden Gerölle-Schichten bedecken und zusammen eine Mächtigkeit von 60 bis 80 F. haben. Die Laven-Ströme füllen den ganzen Grund des Thales aus; ihre Oberfläche ist völlig eben und dieses Kennzeichen ist nach **Girard** in jenen Gegenden in den Thälern so sicher Laven-Ströme bezeichnend, dass man gewiss sein kann, wo man von Weitem solche Flächen erblickt, auch immer unter ihnen die in Säulen zerspaltenen schwarzen Felsen zu finden.

Erloschene Vulkane im Velay. Es sind insbesondere die Umgebungen von Le Puy (im jetzigen Dep. Haute-Loire), welche interessante Erscheinungen bieten. Im Allgemeinen dürften die vulkanischen Ausbrüche in Velay älter sein, als jene im nachbarlichen Vivarais und vor der Thal-Bildung statt gefunden haben. Höchst merkwürdig ist der unter dem Namen „Roche-Rouge“ bekannte Fels. Ringum von Granit umgeben erhebt sich schroff ein pyramidal gestalteter Fels zu etwa 80 bis 90 F. Höhe; die Breite wechselt von 40 bis 60 F. Derselbe besteht theils aus basaltischer, theils aus schlackiger Masse, welche zahlreiche Granit-Fragmente umschliesst. Die Oberfläche



Fels von St. Michel bei Le Puy.

des angrenzenden Granites ist mit einer $^1/_2$ bis 8 Zoll dicken Rinde von Basalt bedeckt, die nach aussen fest und zellig, nach innen zellig wird. Diese Rinde beweist, dass die Spalte, aus welcher der Ausbruch statt fand, zuerst von einer flüssigen basaltischen Masse erfüllt wurde. Es bildet nämlich die Roche-Rouge den Mittelpunkt einer Spalte; sie ist daher als Rest von der Ausfüllung eines Basalt-Ganges zu betrachten, welcher an dieser Stelle so breit war, dass nicht nur flüssige basaltische Massen, sondern auch

halb erhärtete Schlacken mit hervordrängten und mit den Basalten erstarrten. Bei der Abkühlung zerspaltete der Basalt in Säulen und stürzte, als bei der Thal-Bildung der umgebende Granit fortgerissen wurde, zusammen, während die fest zusammengebackenen Schlacken-Massen als freie Felspfeiler stehen blieben. (**Girard.**) — Unter den wegen ihrer seltsamen Felsformen — die schon **Faujas de St. Fond** abbildete — berühmten Umgebungen von Le Puy verdient als der auffallendste der Fels von St. Michel Erwähnung. Sehr richtig bemerkt **Girard** „man fürchtet Uebertreibungen, wenn man die Bilder ansieht; aber man findet in der Natur, dass sich der Zeichner dergleichen nicht erlaubt hat." Es ist ein Obelisken ähnlicher Pfeiler von etwa 260 F. Höhe und 170 F. Breite. Auf dem unebenen Boden seiner Spitze ist eine Kirche erbaut.*) Dieser merkwürdige Fels besteht aus einer Laven-Breccie. Bruchstücke einer basaltischen Lava von Haselnuss- bis Kopf-Grösse sind nebst Fragmenten von Granit, Kalkstein und Quarz durch eine basaltische Lava verbunden. Durch die Breccie setzt — ohne irgend eine Störung hervorgerufen zu haben — ein Basalt-Gang von 3—4 F. Breite. — In der Nähe vom Fels von St. Michel finden sich die Felsmassen von Corneille, aus ähnlicher Breccie bestehend, aber von Palagonit-Tuff bedeckt, der dem sicilianischen vollkommen gleicht. — In der Nähe von Le Puy liegt auch die 2712 F. hohe Montagne de Denise. Am Fusse derselben finden sich Tertiär-Gebilde, über denen Basalte und basaltische Tuffe auftreten und auf der östlichen Seite der obersten Kuppe zeigen sich die Reste eines Schlacken-Kraters, der eine Tiefe von 150—200 F. besitzen mag. Die Palagonit-Tuffe in der Umgebung der Montagne de Denise, welche eine Mächtigkeit von 120—150 F. erreichen, sind deutlich geschichtete Ablagerungen, von höherem Alter als die schlackigen Massen, welche den Tuff bedecken. Die Schlacken umschliessen Brocken von Gneiss und Granit. — Endlich verdient noch der aus basaltischem Tuff bestehende Felsen von Expailly Erwähnung, wegen des Vorkommens von Zirkon und Sapphir — Im Allgemeinen bestehen die vulkanischen Berge im Velay nur aus Schlacken-Ausbrüchen; sie haben keine Lavenströme geliefert und unterscheiden sich hiedurch wesentlich von den Ausbruchs-Kegeln des nachbarlichen Vivarais.

Erloschene Vulkane in Spanien. Die Stadt Olot in Catalonien wird von mehreren Krateren umgeben. Unter ihnen zeigt sich besonders der Krater von Monthacope, nach **Debilly** Aehnlichkeit mit dem Puy de Pariou. Sein Krater ist noch ziemlich wohl erhalten. Mehrere der Kratere um Olot lassen einen Zusammenhang mit Lavenströmen wahrnehmen. Am Krater de la Crusca unfern Olot strömte Lava am Südgehänge hervor, einen Raum von etwa einer Quadrat-Stunde überlagernd und mit diesem haben sich die Ergüsse anderer Kratere verbunden, welche man auf dem Batel-Berge findet. Im Allgemeinen gehören die Vulkane Cataloniens zu den ziemlich spät erloschenen; sie stehen wohl jenen des Vivarais am nächsten.

Italien, das Land der Vulkane, ist durch die grosse Anzahl erloschener und noch thätiger Vulkane ausgezeichnet. Im mittleren Italien gibt sich die vulkanische Thätigkeit in Toscana durch das Aufsteigen von Fumarolen bei Cerboli, Larderello kund. — Der See von Bolsena, unweit Siena, dürfte als ein einstiger Krater zu betrachten sein. Das Cimini-Gebirge bei Viterbo und das Albaner Gebirge unfern

*) Nur auf einer Treppe kann man zum Gipfel gelangen. Das Innere der im J. 965 erbauten Kirche soll sehr eigenthümlich sein, da das Schiff wegen der Unebenheiten des Bodens theils von kurzen, theils von langen, auf dem Felsboden stehenden Säulen getragen wird. Nur am Michaelis-Tage wird die Kirche geöffnet.

Rom sind ächte, erloschene vulkanische Gebirge, ebenso die Rocca Monfina. Daran reihen sich die phlegräischen Felder mit ihren vielen Krateren und noch fortdauernd aufsteigenden Dämpfen, der im J. 1538 entstandene Monte Nuovo. Der Vultur bei Melfi, durch seine schönen Hauynophyre bekannt. Dann Europas thätigster Vulkan, der Vesuv, als zweigipfeliger Berg, Vesuv und Somma, sich darstellend. Ischia, mit dem 2600 F. hohen, noch in historischer Zeit thätig gewesenen Epomeo. Die Insel-Gruppe der Liparen: Lipari, Volcano und der an Thätigkeit mit dem Vesuv wetteifernde Stromboli. — Endlich der sicilianische Vulkan, Aetna, 10,000 F. hoch.

Griechenland mit den Cycladen. Thera, Therasia, Aspronisi, in vorgeschichtlicher Zeit gebildet, Santorin mit den Kaimeni-Inseln: Paläa-Kaimeni, Mikra-Kaimeni und Nea-Kaimeni. Der Vulkan von Santorin hatte nach grösserer Ruhe (die letzte Eruption war 1707 gewesen) im J. 1866 den denkwürdigen Ausbruch, der die Aufmerksamkeit der ganzen wissenschaftlichen Welt auf sich zog.

Island. Wie im Süden Europas, so gibt sich auch im hohen Norden eine fortdauernde vulkanische Thätigkeit kund. Seit Island von Europäern bewohnt (im 9. Jahrhundert) haben nicht weniger als 26 Punkte durch Eruptionen sich als Vulkane zu erkennen gegeben. Zu den bedeutendsten gehört der 4800 F. hohe Hecla, durch heftige Eruptionen ausgezeichnet, deren letzte im J. 1845 statt hatte. Der Oroefa-Jökul, der höchste Berg Islands; der Kötlugja, nach Hecla der thätigste; Skaptar-Jökul, durch seine verheerende Eruption im J. 1783 bekannt. — Gleichfalls vulkanischer Natur ist die im hohen Norden gelegene Insel Jan Mayen, mit dem kleinen Vulkan, Esk, der 1818 eine Eruption hatte.

In Afrika. Während das Festland wenig Vulkane aufzuweisen hat, ist die Zahl der auf Inseln um diesen Welttheil gelegenen Vulkane beträchtlich. Es sind vor allen die Canarischen Inseln, welche in der Geschichte der Wissenschaft eine so grosse Rolle spielen, im Anfang dieses Jahrhunderts **L. v. Buch** beschäftigten, in letzter Zeit aber durch hervorragende Geologen geschildert wurden: Tenerifé mit seinem berühmten, noch thätigen Pico de Teyde; Palma, mit der verhängnissvollen Caldera; Gomera und Hiero; Gran Canaria, Fuerteventura und Lanzerota mit dem thätigen Montana de Fuego, 1750 F. hoch. — Eine grössere Gruppe bilden die Capverden oder Inseln des grünen Vorgebirges. Die wichtigste derselben, als einen noch thätigen Vulkan besitzend ist Fogo mit seinem 8600 F. hohen Pik, der 1847 seine letzte Eruption hatte; Santiago, S. Nicolao u. a. — Weiter entfernt vom Festland liegt noch Ascension.

In Asien hat namentlich der Taurus Vulkane aufzuweisen, ebenso Armenien, den Ararat; der Kaukasus mit dem Elbrus. Auch in Centralasien sind einige Vulkane bekannt. Besonders ist aber die Halbinsel Kamtschatka durch zahlreiche, theils noch thätige Vulkane ausgezeichnet, wie der 9000 Fuss hohe Schiwelutsch, der noch 1854 eine Eruption hatte. Der Awatscha, durch heftige Eruptionen bekannt. — Die Insel-Gruppe der Aleuten mit vielen thätigen Vulkanen; die Kurilen. Ferner die Japanischen Inseln, Philippinen, Molukken, Sunda-Eilande, Java die an Vulkanen reichste Insel.

In Amerika ist es zunächst im N. dieses Welttheiles die Halbinsel Alaschka mit einigen Vulkanen, dann das südlich von dieser gelegene Cacaden-Gebirge mit dem 16,758 F. hohen Eliasberg und anderen, theils noch in diesem Jahrhundert thätig gewesenen Vulkanen. — Mexico mit seiner Reihe durch ihre gewaltigen Dimensionen ausgezeichneten Vulkanen; unter ihnen der 1759 entstandene und 4024 F. hohe Jorullo (oder Xorullo); der unaufhörlich rauchende, 16,702 F. hohe Popocatepetl, auch

Vulkan von Puebla genannt, Mexicos höchster Berg; der Citlaltepetl oder Pic von Orizaba, 16,602 F. hoch; Tuxtla, durch heftige Eruptionen, 1664 und 1793 bekannt. — In Central-Amerika ist besonders Guatemala reich an Vulkanen, deren thätigster der Volcan de Fuego; in Nicaragua der Coseguina, der wiederholte Ausbrüche hatte. — Auf der westlichen Seite des Festlandes von Südamerika gibt sich eine grossartige vulkanische Thätigkeit kund. So namentlich im Hochland von Quito, dessen Vulkane durch ihre Verheerungen characterisirt; unter ihnen zumal der Pichincha; der 14,700 F. hohe Carguairazo; der 17,000 F. hohe Vulkan von Tolima; der Cotopaxi, 17,712 F. hoch, mit vollkommener Kegelform; der thätige Sangay. — Durch Peru und Bolivia ziehen sich Vulkan-Reihen, ganz besonders ist es aber jene von Chile, unter welchen als der höchste der Anconcagua, 21,770 F. hoch, der unaufhörlich thätige Rancagua, der Coquimbo, der in neuerer Zeit gebildete Chillan. — Zahlreiche aber nicht hohe Vulkane haben die kleinen Antillen aufzuweisen.

Unter den im Weltmeer zerstreuten Vulkanen sind vor allen die atlantischen Inseln, die Azoren von Bedeutung und durch **Hartungs** treffliche Schilderungen bekannt. Die grösste derselben ist S. Miguel; St. Maria; Terceira mit seiner grossen Caldeira; Pico, mit dem 7000 F. hohen Pico alto; Fayal, S. Jorge, Graciosa, Coryo und Flores. — Auch die Inseln Tristan da Cunha und Fernando do Noronha sind vulkanisch. — Im grossen Ocean liegen ebenfalls viele Vulkane auf den Freundschafts- und Gesellschafts-Inseln, besonders aber auf den Sandwich-Inseln, wo der 12,909 F. hohe Mauna Roa auf Hawai durch häufige und verheerende Eruptionen bekannt. — Endlich sind die Galopagos-Eilande durch die ausserordentliche Zahl ihrer Krater merkwürdig. — Unter den in den südlichen Polar-Regionen befindlichen Vulkanen verdienen die durch **Ross** 1841 entdeckten, der Erebus 12,400 und Terror, 10,200 F. hoch Erwähnung.

Vulkanische und mit ihnen zusammenhängende Erscheinungen.

Erdbeben. In allen Gegenden, wo Ausbrüche von Vulkanen statt finden, pflegen solchen gewisse Erscheinungen voranzugehen, die daher gleichsam als Vorboten baldiger Eruptionen zu betrachten sind. Dies gilt insbesondere von den Erdbeben. Unter Erdbeben versteht man im Allgemeinen Bewegungen einzelner Theile der festen Erdoberfläche, die durch eine von Innen nach Aussen wirkende Kraft erzeugt werden.

Art und Weise der Bodenbewegung. In den Ländern, in welchen Erdbeben häufiger und stärker aufzutreten pflegen, wie namentlich in Italien, unterscheidet man verschiedene Arten der Boden-Bewegung. Diese sind: 1) wellenförmige oder undulatorische; sie pflanzt sich in horizontaler Richtung fort, indem der Boden sich abwechselnd senkt und hebt; 2) die stossende oder succussorische, welche in verticaler Richtung statt findet, den Boden gleichsam mit Gewalt einer Mine in die Höhe treibend; 3) die wirbelnde oder rotatorische Bewegung, welche durch eine Vereinigung der wellenförmigen und stossenden hervorgebracht wird.

Die erste der angeführten Bewegungs-Arten, die wellenförmige, ist die am wenigsten gefährliche; sie kommt insbesondere bei den unbedeutenderen Bebungen des Bodens vor, während die wirbelnde die gefährlichste und bei den verheerendsten Erdbeben statt findet.

Richtung der Erdbeben. In den von Erdbeben häufiger heimgesuchten Ländern, wie z. B. in Calabrien, hat man wahrgenommen, dass dieselben in be-

stimmten Richtungen erfolgen. Bald scheinen sich die Boden-Bebungen in linearer Richtung fortzupflanzen und zwar häufig in der Art, dass dieselbe dem Streichen nachbarlicher Gebirge parallel; bald sind sie radial d. h. sie finden concentrisch um einen bestimmten Mittelpunkt statt. Endlich gibt es noch eine dritte Bewegungs-Art, die parallele; die Bewegungen des Bodens beginnen gleichzeitig längs einer Linie und setzen dann in transversaler Richtung in mehreren, mit der Anfangs-Linie parallelen Richtungen fort.

Um die Richtungen, welche Erdbeben nehmen, näher zu ermitteln, hat **Cacciatore** in Palermo ein besonderes Instrument erfunden, Sismometer (Erdbebenmesser) oder Sismograph; ein kreisrundes Becken, etwa 8 Zoll im Durchmesser, mit 8 Oeffnungen in gleicher Höhe und in gleichen Abständen. Auf der Aussenseite umgibt dasselbe ein ringförmiger Wulst von ebensovielen, den Oeffnungen entsprechenden Rinnen durchfurcht. Alles ruht auf einer massiven Scheibe, die 8 kleine Becher trägt, welche den Rinnen untergestellt werden. Man giesst nun das Becken voll Quecksilber, orientirt dasselbe und stellt es an einem vor zufälligen Erschütterungen gesicherten Orte auf. Findet eine Bewegung des Bodens statt, so wird etwas Quecksilber aus jenen sich gegenüber liegenden Oeffnungen ausfliessen, deren Verbindungs-Linie der Bewegungs-Richtung am nächsten und zwar um so reichlicher, je stärker die Bebung.

Die Dauer der Erdbeben ist nur sehr gering im Verhältniss zu ihren schrecklichen Wirkungen; die Erfahrung hat gelehrt, dass die verheerendsten Stösse, welche ganze Städte zerstörten und Tausende von Menschen unter ihren Trümmern begruben, die kürzesten, das Werk eines Augenblickes waren.

Die Stadt Caracas wurde, wie **A. v. Humboldt** berichtet, durch drei Stösse, deren jeder kaum 4 Sek. anhielt, innerhalb einer Minute zerstört und ungefähr 10,000 Menschen kamen dabei um. Bei dem Erdbeben von 1693 in Sicilien wurden die Stadt Catania und 49 Dörfer in kurzer Zeit fast gänzlich vernichtet und gegen 60,000 Menschen verloren dabei das Leben. Bei dem grossen Erdbeben zu Lissabon (1. Nov. 1755) fand die Hauptkatastrophe innerhalb 5 Minuten statt, welche den Tod von 30,000 Menschen veranlasste.

Wiederholung von Erschütterungen an einem und demselben Ort kommt oft vor; auch hat man die Erfahrung gemacht, dass bei vielen bedeutenden Erdbeben, nachdem die heftigeren Stösse vorüber, geringere Schwankungen des Bodens noch lange fortwährten.

Nach dem Erdbeben, welches am 14. Sept. 1510 Konstantinopel heimsuchte, erzitterte die Erde noch während 45 Tagen fast unaufhörlich. Als am 21. Oct. 1766 die Stadt Cumana durch ein furchtbares Erdbeben verheert worden war, verharrte die Erde noch 14 Monate lang in fast ununterbrochenem Beben.

Die Ausdehnung der Erdbeben ist oft eine sehr bedeutende; manche hat man auf tausend Meilen Entfernung verspürt.

Das furchtbare Erdbeben von Lissabon wurde in den Alpen, an den schwedischen Küsten, auf den Antillen, in Thüringen, im Flachlande des nördlichen Deutschlands verspürt; man hat, wie **A. v. Humboldt** anführt, berechnet, dass ein Erdraum gleichzeitig erbebte, welcher an Grösse viermal die Oberfläche von Europa übertrifft. — Der Erschütterungs-Kreis eines der bedeutenderen Erdbebens in Deutschland (29. Juli 1846) hat einen Radius von 35 Meilen, dessen Centrum in der Gegend von St. Goar am Rhein fällt, wo man die Erschütterung am stärksten bemerkte. Die äussersten Grenzen liegen gegen W. bei La Hamaide unfern Ath in Belgien, gegen N. bei der

Grenze des Regierungsbezirkes Münster, nach O. bei Coburg, nach S. bei Freiburg in Baden.

Es gibt bekanntlich wenige Landstriche, von welchen man mit Bestimmtheit sagen kann, dass sie nie von Erdbeben heimgesucht worden seien. Als fast ganz verschont können gelten: das nördliche Deutschland, Holland, Polen, Nordrussland, Sibirien, die Küsten von Afrika, die mittleren Provinzen der Vereinigten Staaten von Nordamerika, sowie der südliche Theil der Ostküste von Südamerika.

Die Erdbeben scheinen weder an bestimmte Tages- noch Jahreszeiten gebunden zu sein. In Europa dürften die meisten im Winter und Herbste vorgekommen sein.

Eine interessante Zusammenstellung hat **Perrey** über die seit dem Jahre 306 bis zum Jahre 1844 in Europa, Asien und Afrika wahrgenommener Erdbeben, deren Zahl 2979 beträgt, versucht, nämlich:

Januar	336
Februar	275
März	265
April	225
Mai	210
Juni	201
Juli	216
August	236
September	221
October	252
November	232
December	300

Hiernach kämen auf das Frühjahr 710, auf den Sommer 653, auf den Herbst 705, auf den Winter aber 911 Erdbeben. — In den meisten von Erdbeben heimgesuchten Gegenden des südlichen Amerika glaubt man, dass die Erdbeben während der Regenzeit am häufigsten sind und mit eintretender Trockne seltener werden; man hat sich sogar überzeugt, dass in Regen-reichen Jahren die Erdbeben am häufigsten waren.

Die Fortpflanzung der Erdbeben ist eine sehr ungleiche; man hat sogar beobachtet, dass einzelne Häuser in der nämlichen Stadt völlig zerstört wurden, während andere gar nicht litten. Die Beschaffenheit der unter der Erdoberfläche vorhandenen Gesteine übt einen wesentlichen Einfluss aus; lockeres Erdreich ist gefährlicher, als fester Felsboden.

Bei dem grossen Erdbeben von 1783 in Calabrien wurden die auf Granit-Hügeln liegenden Gebäude weniger beschädigt, als die auf den Sand-Ablagerungen in der Ebene.

Unterirdisches Getöse findet nicht allein bei den meisten bedeutenderen Erdbeben statt, sondern es geht als Vorbote solchen oft voraus.

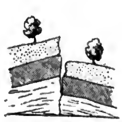
Das Getöse lässt sich bald dem Rollen schwerbeladener Wagen, bald dem Toben heftigen Sturmwindes, bald dem Donner schweren Geschützes vergleichen. Dass dasselbe wirklich unterhalb der Erdoberfläche statt findet, geht aus vielen Beobachtungen hervor. In tiefen Bergwerken hat man es besonders deutlich vernommen. In Südamerika dringt das Getöse merklich stärker aus den tiefen Brunnen hervor. Wie die Erdbeben selbst, so wird das unterirdische Getöse oft auf grosse Entfernungen hin vernommen.

Ausbrüche von Gasen, Dämpfen und von Flammen sind Erscheinungen, welche die meisten Erdbeben zu begleiten pflegen. Auch Ausschleuderungen

von Erde, Sand und Steinen, Ergüsse von Wasser aus Brunnen und aus Spalten hat man mehrfach beobachtet.

Bei den heftigen Erdbeben in den Jahren 1702 und 1703 in den Abruzzen wurden trübes Wasser, Sand und Steine bis zu Baum-Höhe emporgeschleudert. In Cumana soll gewöhnlich bei Erdbeben Schlamm zuweilen bis zu 20 F. Höhe ausgeworfen werden.

Wirkungen der Erdbeben. Die bedeutenderen Erdbeben bedingen geringere oder grössere Veränderungen der Erdoberfläche. Diese bestehen in Spaltungen, in Hebungen und Senkungen des Bodens.



Erdspalten.

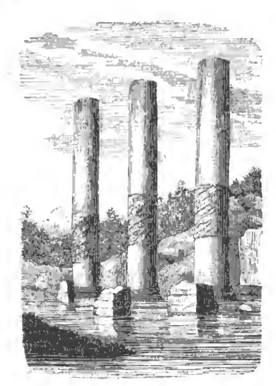
Spalten entstehen bei den meisten Erdbeben. Die Richtung derselben zeigt sich verschieden, bald eine radiale, von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt nach allen Weltgegenden sich ausbreitende, bald eine wellen- oder zickzackförmige, gewöhnlich aber eine geradlinige. Länge und Breite solcher Spalten sind gleichfalls sehr verschieden. In der Regel ist erstere weit bedeutender als letztere. Sehr oft ziehen viele Spalten in gleicher Richtung neben einander her. Nicht selten pflegen sich Spalten eben so schnell wieder zu schliessen als sie sich geöffnet haben.

Während des fürchterlichen Erdbebens, welches im J. 1770 die Insel St. Domingo verheerte, wurde das Land von Spalten durchzogen; viele Menschen stürzten in sie hinein, manche ragten noch mit dem Kopfe heraus; beim Schliessen der Spalten wurden sie auf die schrecklichste Art zerquetscht. Die bei dem Erdbeben vom 19. Nov. 1822 in Chile gebildeten Spalten konnte man über eine Stunde weit verfolgen; bei Rosarno in Calabrien entstand am 5. Febr. 1783 eine Spalte von der Länge einer halben Meile und beinahe 3 F. Breite; eine andere bei Plaisano war eine Meile lang und 105 F. breit. Die Erdspalten, welche bei dem Erdbeben in der Wallachei im J. 1838 entstanden, hatten bei einer Länge von einigen 1000 F. nur 10—20 Zoll Breite. — Ausser den Spalten bilden sich auch rundliche Löcher, sog. Erdtrichter, aus denen während des Erdbebens Sand, Schlamm und Wasser ausgeschleudert wird. In Calabrien hatten solche Vertiefungen mehrere Fuss Breite; im Mississippi-Thale nach dem Erdbeben von 1812 aber 30 bis 90 F. Breite bei 25 F. Tiefe.

Erhebungen und Senkungen ganzer Landstriche werden zuweilen in Folge von Erdbeben hervorgerufen.

Nach dem Erdbeben vom 13. Nov. 1822 in Chili wurde ein Flächenraum von etwa 100,000 engl. Quadratfuss um 3 bis 7 F. emporgehoben. — Auf Neuseeland machte sich am 23. Jan. 1855 ein Erdbeben über ausgedehnte Flächenräume bemerkbar. Nach seiner Beendigung fand sich eine Landstrecke von 4600 engl. Quadratmeilen von 1 bis 9 F. ansteigend gehoben; eine Reihe älterer Fels-Schichten war emporgestiegen, während die ostwärts daran grenzende Tertiär-Ebene von Wairapa unverändert in ihrem Niveau blieb. Ein 9 F. hoher Felsen-Absatz bildete von N. nach S. auf 90 M. hin die Grenze zwischen dem gehobenen und unveränderten Gebiete. — Ein weiteres, bekanntes Beispiel bietet der Serapis-Tempel bei Pozzuoli unfern Neapel. Im Jahre 1749 wurden drei aufrecht stehende, etwa 40 Fuss hohe Säulen entdeckt, aus Marmor bestehend. Als man dieselben von den auf ihnen lastenden Massen von Lapilli, vulkanischer Asche und Sand befreite, zeigten sie sich bis zu einer Höhe von 12 F. vom Boden an unversehrt, dann folgte aber eine gegen 9 F. breite Strecke, längs welcher sie von zahlreichen Löchern einer Bohrmuschel, *Modiola lithophaga* durchbohrt

sind; noch finden sich Schalen dieser Thiere in den von ihnen gebildeten Höhlungen. Ueber den angenagten Stellen waren die Säulen bis zu ihrer Oberfläche wieder glatt und unversehrt. In Folge lokaler Boden-Senkungen gelangte der früher mehrere Fuss über der Meeres-Oberfläche befindliche Serapis-Tempel bis zu einigen 20 F. unter den Spiegel des Meeres und alsdann wieder durch eine Hebung über denselben. Die Bedeckung des unteren Theiles der Säulen durch Asche und Sand schützte sie vor dem Annagen der Bohrmuscheln. Die Heung fand wahrscheinlich gleichzeitig mit der Entstehung des Monte Nuovo (1538) tatt. Uebrigens haben die neuesten Forschungen **Lyells** gezeigt, dass die Lage des Serapis-Tempels in Bezug auf den Meeres-Spiegel noch im Laufe des gegenwärtigen Jahrhunderts kleinen Schwankungen unterworfen sei.


Serapis-Tempel.

Die Ursachen der Erdbeben sind mit jenen, welche die Ausbrüche von Vulkanen bedingen, auf das Innigste verknüpft. Erdbeben sind gewissermassen das Bestreben der im Erdinnern zusammengepressten Dämpfe und Gasarten die obere Decke zu durchbrechen, sich freien Ausgang zu verschaffen; daher pflegen sie auch am heftigsten zu sein, wenn das Erdinnere sich längere Zeit nicht derselben entledigen konnte, d. h. wenn kein vulkanischer Ausbruch statt hatte.

Die Anwohner des Vesuv und des Aetna kennen die ihnen drohende Gefahr, wenn diese Vulkane längere Zeit ruhen und sehen es gern, wenn in gewissen Zwischenräumen Ausbrüche erfolgen. Am Fusse des Tunguragua und Cotopaxi fürchtet man sich ganz besonders dann vor Erdbeben, wenn lange Zeit keine Dampf-Entwickelungen aus ihren Gipfeln stattgefunden haben, und die Reihenfolge von Unglücksfällen, welche das Hochland von Quito durch furchtbare Erdbeben erlitten hat, wird nach der allgemeinen Ansicht der Eingeborenen aufhören, wenn einst die Kuppel des Chimborazo sich wieder öffnen sollte um Lava-Ströme zu ergiessen. „Die thätigen Vulkane — so bemerkt **A. v. Humboldt** — sind als Schutz- und Sicherheits-Ventile für die nächste Umgegend zu betrachten. Die Gefahr des Erdbebens wächst, wenn die Oeffnungen der Vulkane verstopft, ohne freien Verkehr mit der Atmosphäre sind. Doch lehrt der Umsturz von Lissabon, Caracas, Lima und so vieler Städte in Calabrien, Syrien und Kleinasien, dass im Ganzen doch nicht immer in der Nähe noch thätiger Vulkane die Kraft der Erdstösse am grössten ist."

Erscheinungen, welche noch thätige Vulkane im Zustande der Ruhe zeigen. Fast alle noch thätige Vulkane geben sich als solche durch bald fortdauerndes bald zeitweises Aufsteigen von Dämpfen, sog. Fumarolen, aus ihren Gipfeln zu erkennen.

Wasserdampf wird von den meisten Vulkanen am häufigsten und in grosser Menge ausgestossen.

Die Vulkane Chilis sind ganz besonders durch die ausserordentlichen Quantitäten von Wasserdämpfen ausgezeichnet, welche ihnen fast unaufhörlich entsteigen.

Schwefelwasserstoff wird gleichfalls von vielen Vulkanen ausgestossen und hierdurch die Bildung von Schwefel bedingt, der in krystallinischen Krusten Wände und Rand des Kraters, sowie die Gesteins-Spalten bedeckt.

Man kennt manche Vulkane, deren Thätigkeit seit langen Zeiten vorzugsweise auf das Aushauchen von Schwefelwasserstoff und den Absatz von Schwefel beschränkt ist; dieselben werden auch als „Solfataren" bezeichnet. — Die wohlbekannte Solfatara bei Pozzuoli bietet ein Beispiel.

Kohlensäure wird gleichfalls von manchen Vulkanen ausgehaucht.

In der Geschichte der Eruptionen des Vesuvs spielen die Entwickelungen von kohlensaurem Gas — auch unter dem Namen Mofetten bekannt — eine wichtige Rolle; sie gehören zu den ruhigsten aber vielleicht furchtbarsten Phänomenen. Oft Tage, Wochen, ja fast Monate lang nach Ausbrüchen des Vesuv stellen sich plötzlich die Ausströmungen des kohlensauren Gases ein, aus der Mitte öder Schlackenfelder, wie aus den üppigsten Waldungen aufsteigend; weithin breitet sich oft das Gas auf der Gebirgs-Oberfläche aus; als eine mehrere Fuss hohe Schichte schwebt es auf dem Boden fort, jedem lebenden Wesen, das in sein Bereich gelangt, Verderben drohend. — Auch die Vulkane Südamerikas werden durch reichliche Entwickelungen von kohlensaurem Gas bezeichnet.

Vorzeichen von Ausbrüchen der Vulkane. Die Umwohner von Vulkanen, wie z. B. am Vesuv oder Aetna können sehr gut aus gewissen Erscheinungen das Bevorstehen eines Ausbruchs schliessen. Dahin gehören, ausser den bereits erwähnten Erschütterungen des Bodens und dem diese begleitenden unterirdischen Getöse noch das Ausbleiben der Quellen, die oft wochenlang vorher die Eruption verkünden. Aber auch der Vulkan selbst zeigt, je näher die Katastrophe, gewisse Symptome; seine Rauchsäule wird immer dichter, steigt höher empor; es entladen sich ihr zahlreiche Blitze. Zur Nachtzeit gewahrt man eine grosse Feuersäule, welche vom Wiederschein der im Krater auf und niederwallenden Lava herrührt.

Das den Ausbrüchen vorangehende und sie begleitende unterirdische Getöse wird oft auf unglaublich weite Fernen gehört. Zu Santa-Fé-de-Bogota im südlichen Amerika vernahm man in einer Entfernung von 230 Meilen den unterirdischen Donner bei der Eruption des Cosiguina in Nicaragua.

Vulkanische Ausbrüche. Der erste Akt in der eigentlichen, gesteigerten vulkanischen Thätigkeit beginnt mit der Ausschleuderung von Laven- und Schlacken-Massen.

Die meisten Gesteins-Brocken werden senkrecht emporgeschleudert; die grösste Menge fällt in den Umgebungen des Kraters oder auf den Gehängen des Berges nieder, andere in den Krater. Form und Grösse der ausgeschleuderten Massen sind sehr verschieden. Die schneller erstarrenden zeigen sich ohne bestimmte Form, aufgebläht, schwammig, oft gedrehten Tauen ähnlich, während andere eine grosse Aehnlichkeit ihrer Form wahrnehmen lassen, die mehr oder weniger einer Birne gleicht. Solche Auswürflinge — welche ihre birnförmige Gestalt einer rotirenden Bewegung verdanken — heissen vulkanische Bomben. Ihre Grösse wechselt vom Durchmesser einer Wallnuss bis zu Kopf-Grösse; es gibt aber auch solche von 50, ja von 100 bis 150 Pf. und darüber. — Ausserdem werden noch zahllose kleinere Laven-Brocken, sog. Lapilli, ausgeschleudert. — Die Höhe, welche die Auswürflinge erreichen, ist oft sehr bedeutend, gewöhnlich mehrere 100 F.; man hat aber auch Höhen von 6000, am Vesuv 1822 sogar bis zu 7000 F. beobachtet. Ueberaus zahl-

reiche Bomben wurden bei der Eruption bei Santorin 1866 ausgeschleudert. Die Augenzeugen, **W. Reiss** und **A. Stübel** bemerken über dieselben: Schwarze, an der Oberfläche glasig geflossene Gesteins-Stücke von Wallnuss-Grösse bis zu 3 und mehr Cubikmeter Inhalt liegen überall zerstreut. Ein leichter Schlag des Hammers lässt selbst die grössten derselben in viele kleine Stücke zerspringen und leicht kann man sich überzeugen, dass das Innere dieser Bomben aus bimssteinartig aufgeblähter Masse, das Aeussere aber aus einer dichten, fast obsidianartigen schwarzen Masse besteht. Die Form der Stücke und die eigenthümliche Furchung ihrer Oberfläche, deren Glasmasse häufig in weiten Rissen und Sprüngen klaffend, den hellen Kern erkennen lässt, beweist zur Genüge, dass alle diese Stücke glühend flüssig ausgeschleudert wurden und erst in der Luft erstarrten. Noch glühend heiss und weich müssen dieselben den Boden erreicht haben, da sonst ihre völlige Erkaltung unerklärlich wäre. Die Spannung, welche zwischen dem rasch erkalteten äusseren Theile und dem langsam erstarrten inneren Kern besteht, veranlasst — ähnlich wie bei den zu physikalischen Demonstrationen gefertigten Glasthränen — das Zerfallen und Zerspringen der Bomben bei einer Verletzung der äusseren Rinde.

Auswurf von Asche. Gleichzeitig mit der Ausschleuderung der vulkanischen Bomben und der Lapilli findet der Ausbruch jenes eigenthümlichen Laven-Staubes, der sog. vulkanischen Asche statt.

In der Form einer dunklen Wolke steigt die Asche aus dem Krater empor, sich um die Gipfel der Vulkane anhäufend um als feiner, staubartiger, mit Wasser-Dampf gemengter Stoff niederzufallen. Die Asche fällt oft in solcher Menge nieder, dass eine Verfinsterung des Tages-Lichtes eintritt. Ihre verheerenden Wirkungen — sagt **L. v. Buch** — äussern sich rings um den Berg bis weit in die Ebene fort und nicht auf beschränkte Flächen allein. Die Zerstörungen der Phänomene des Laven-Ausbruches empfinden nur Wenige; die Erscheinungen, welche den Sturz der Aschen-Wolken begleiten, sind Allen auf gleiche Weise verderblich. Tage lang bricht oft die Asche mit gleicher Heftigkeit aus; Alles umher ist durch sie verfinstert und in tiefer Nacht erwartet man das Ende des nicht mehr sichtbaren Schauspiels. Unaufhörlich fällt sie zu Boden als ein graues Pulver, an Zartheit dem feinsten Mehle vergleichbar, in Meilen Entfernung. — Manchmal ist Asche in solcher Menge niedergefallen, dass Häusser erdrückt, Menschen erstickt, ganze Ortschaften zerstört wurden. Aber selbst wenn sie in geringerer Menge niederfällt, ist sie das Verderben der Vegetation. Da sie gewöhnlich feucht, hängt sie sich als feiner Ueberzug auf Blätter und Aeste. Weingärten und Oliven-Wälder gehen auf solche Weise zu Grunde. — Bei dem grossen Ausbruch des Vesuv am 24. Oct. 1824 erfolgte ein Aschen-Regen der 12 Tage anhielt; die Asche lag stellenweise 3 F. hoch. — Die Entfernungen, auf welche die Asche oft fortgeführt wird, sind sehr bedeutende; so z. B. vom Aetna bis auf die Insel Malta; vom Cosiguina im J. 1834 bis nach Jamaica — 170 Meilen weit.

Lava-Ergüsse. Wenn auch manche Eruptionen von Vulkanen auf den Auswurf von Schlacken und von Asche sich beschränken, so findet doch bei vielen und meist zum Schluss der ganzen Katastrophe Erguss von Lava statt. Dieselbe fliesst aber keineswegs immer aus dem Krater auf dem Gipfel, sondern oft aus den Abhängen, wonach man auch Krater- und Seiten-Ausbrüche unterscheiden kann.

Die ersteren kommen häufiger bei kleinen, letztere bei grossen Vulkanen vor.

Die Lava bewegt sich von dem Orte ihres Ausbruches abwärts. Je flüssiger die Lava, je steiler der Abhang, desto rascher wird die Bewegung sein,

dem Laufe der Schluchten und Thäler folgend. Auch die Menge der ergossenen Lava ist von Einfluss auf deren Bewegung, indem grosse nachdrängende Massen dieselbe zu beschleunigen pflegen. Im Allgemeinen nimmt die Schnelligkeit der Bewegung des Laven-Stromes ab, je weiter sich solcher von der Ausbruchs-Stelle entfernt.

Im Jahre 1767 legte ein Laven-Strom am Vesuv, der sich Portici zuwendete, in kaum 2 Stunden 1200 Ruthen zurück. Die Lava, welche am 12. Aug. 1805 dem Vesuv entfloss, erreichte nach **L. v. Buch** in 3 Stunden die Strasse von Torre del Greco und soll in den ersten 4 Minuten eine Strecke von 3 italienischen Meilen zurückgelegt haben.

Längen- und Breite-Ausdehnung, sowie Mächtigkeit von Laven-Strömen zeigen sich sehr verschieden. Die Längen-Erstreckung ist in der Regel die vorherrschende. Auf sehr abhängigem Terrain wird die Breite geringer, die Mächtigkeit grösser sein, auf sanft geneigtem Boden wird das Gegentheil statt finden.

Manche Laven-Ströme des Aetna besitzen bei einer Länge von 15 bis 20 ital. Meilen eine Breite von 5 bis 7 Meilen. Der Strom, welchen der Aetna im J. 1832 ergoss, hat 32000 F. Länge und 3000 F. Breite bei einer Höhe von 30—45 F. Der Laven-Strom des Vesuv vom Jahre 1794 ist 17500 F. lang, 2000 F. breit und 40′ hoch. Der vom Skaptar-Jökul auf Island ergossene Strom (1783) hat eine Länge von 50 engl. Meilen, bei einer Breite von etwa 12 Meilen.

Die Oberfläche der Laven-Ströme erkaltet in der Regel schneller als die inneren Theile. Es bildet sich oft unter heftigem Krachen eine Schlacken-Kruste, welche den tieferen Partien gleichsam als Decke dient, während sich gleichzeitig kleinere und grössere Spalten bilden.

„Die entstehende Schlacken-Kruste wird hin und wieder emporgehoben; sie berstet, sie trennt sich in Stücke durch den während des Ausbruches und des Laven-Ergusses stets erneuerten Zufluss und sinkt entweder in das Flüssige hinab oder ihre Theile fallen zu beiden Seiten des Stromes nieder: es gestaltet sich eine Art von Kanal, in welchem die Lava fliesst. Dieser Kanal wird weiter entfernt von der Stelle des Ergusses immer breiter, bis endlich die Aussenfläche des Stromes mehr und mehr erhärtet, die Lava nur noch auf dem Grunde sich fortbewegt. Daher das Wüste und Rauhe, die Wildheit des Aeusserlichen der meisten Laven-Ströme; daher die gewaltigen Blöcke, welche überall aus der Erde hervorragen und stellenweise zu hohen Wällen aufgethürmt sind; daher die Löcher, die Vertiefungen, die kleinen Thäler, welche man sieht. Die Oberfläche erkalteter Ströme erscheint bedeckt mit Schlacken-Trümmern; am Fusse finden sich Haufwerke der Blöcke des Stromes bis zur Höhe eigener freistehender Hügel."

Die ältere Ansicht: dass feurig-flüssige Massen nur auf sanft geneigtem Boden zu compacten steinigen Platten erstarren können, ist neuerdings besonders von **Lyell** widerlegt worden. Derselbe sah Laven-Ströme am Aetna an Steilabhängen mit Winkeln von 15° bis zu 40°, nicht allein aus wirren Schlacken und Trümmern bestehend, sondern aus einer oberen und unteren Schlacken-Masse mit einem steinigen Lager dazwischen. Der mittle Theil ist zusammenhängend tafelförmig, dicht und steinartig, parallel zu den darüber und darunter befindlichen Schlacken-Bildungen und meist rasch in solche übergehend. Die untere Schlacken-Masse ist an steileren Ge-

hängen öfter als die obere in verschiedene Schichten gesondert. An steilen Gehängen sind sogar die Lagen ebener und paralleler zu einander als an weniger geneigten.

Erkalten der Laven-Ströme. Während die Lava sowohl an ihrer Oberfläche als auch im unteren Theil, d. h. auf dem Boden, über den sie fliesst, sehr schnell zu schlackigen Krusten erstarrt, bewahren die inneren, von diesen Krusten umgebenen Massen noch sehr lange eine hohe Temperatur, sie können noch eine beträchtliche Zeit in glühendem Zustande verharren.

Ungeachtet der hohen Temperatur der flüssigen Laven kann man sich daher den Strömen ohne Gefahr nähern, weil die Schlacken-Kruste ein schlechter Wärme-Leiter und ihr Ausstrahlungs-Vermögen sehr gering. Die Schlacken-Decke, unterhalb welcher Lava noch fliesst, kann man begehen. Von der hohen Temperatur, welche Laven-Ströme im Innern bewahren, zeugen folgende Beispiele: Am Aetna besass eine Lava 11 Monate nach ihrem Ausbruch noch solche Hitze, dass ein in eine Spalte gesteckter Stab alsbald in Brand gerieth. **Fr. Hoffmann** erzählt, dass dem im J. 1787 vom Aetna ergossenen Laven-Strom im J. 1830 (also 43 Jahre nach seinem Ausbruch) noch heisse Dämpfe entstiegen. **Breislak** beobachtete, dass ein vesuvischer Laven-Strom 7 Jahre nach seinem Erguss im Innern noch glühte, während auf der Schlacken-Decke schon Flechten wuchsen.

Gas- und Dampf-Entwickelung aus den Laven-Strömen. Sowohl während des Fliessens als noch lange nachher entwickeln sich aus den Laven-Strömen die nämlichen Dämpfe und Gase, welche auch dem Krater entsteigen, die sog. Fumarolen; also besonders Wasserdämpfe, Schwefelwasserstoff, Salzsäure, sowie Dämpfe salzsaurer Verbindungen, zumal Kochsalz, Salmiak, Chlorkalium, Chloreisen; das letztere wird durch die Wasserdämpfe zersetzt und auf solche Weise die Bildung von Oxyd (d. h. von Eisenglanz) vermittelt.

Von hohem Interesse sind die Untersuchungen der bei dem vulkanischen Ausbruch bei Santorin im Jahr 1866 aufgestiegenen Gase. Sie wurden von **W. Reiss** (vom 25. April bis 27. Mai) vermittelst sinnreich construirter Apparate*) aufgesammelt und später im Heidelberger Laboratorium analysirt. Die Hauptresultate sind folgende. Bei dem Ausbruch von Santorin wurde Wasserstoff in überwiegender Menge ausgestossen, neben welchem ein Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff in grosser Quantität auftrat, theils die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft zeigend, theils in solchem Verhältniss gemischt, dass es sich als Product der Auskochung des Meereswassers darstellt. Sogenannte vulkanische Gase: Salzsäure Kohlensäure, schwefelige Säure, Schwefelwasserstoff traten in mehr untergeordneter Weise auf. Am reichlichsten entwickelte sich die Salzsäure und zwar unmittelbar aus der glühenden Lava über den Ausbruchs-Punkten. Die Kohlensäure zeigte sich, wie bei den meisten vulkanischen Ausbrüchen, entweder nur am Rande der Neubildungen oder an den schon erkalteten Theilen der Lava. Es ist sehr bemerkenswerth: dass mit Zunahme der Kohlensäure eine Abnahme des Sauerstoff-Gehaltes in den Gasgemengen Hand in Hand geht, so dass die meisten derselben schliesslich nur noch aus Kohlensäure und Stickstoff zu bestehen scheinen. Schwefelige Säure und Schwefelwasserstoff entströmten haupt-

*) Vergl. das Nähere in: Geschichte und Beschreibung der vulkanischen Ausbrüche bei Santorin von **W. Reiss** und **A. Stübel.** 1868. S.159.

sächlich der in Erkaltung begriffenen Lava und zwar oft lange nach dem Erstarren des betreffenden Lavatheils. Es bestätigt sich hiernach wieder die mehrfach gemachte Beobachtung: nach welcher erst beim Erkalten eine Reihe flüchtiger Substanzen aus den Lavamassen entweichen können. — Die direct aus dem Meerwasser (mit Ausschluss der atmosphärischen Luft) aufgesammelten Gase sind entweder solche, die reich an Kohlensäure und Wasserstoff sind, nebenbei wenig Sauerstoff und eben so viel Stickstoff enthalten; oder Gase, welche fast nur Kohlensäure enthalten oder endlich Gase mit geringer Menge Kohlensäure und einem Sauerstoff-Gehalt, welcher den der atmosphärischen Luft bedeutend übertrifft. Die aus dem Meere in der Nähe der glühenden Lava-Massen aufgesammelten Gase bestehen fast ausschliesslich aus Sauerstoff und Stickstoff.

Unter den Mineralien, welche sich in den Umgebungen von Vulkanen noch fortdauernd bilden, verdienen wegen ihres reichlichen Vorkommens besonders Steinsalz und Salmiak Erwähnung. Das Steinsalz wurde bei manchen Eruptionen des Vesuv, zumal 1791 und 1822 massenhaft gebildet; auch in Island am Hecla und auf Bourbon. Der Salmiak findet sich vorzugsweise in den Umgebungen des Aetna, dann auf Island. **Bunsen** hat darauf aufmerksam gemacht, dass der Salmiak keineswegs, wie man früher annahm, als solcher fertig aus den Kratern und Spalten ausgeschieden wurde, sondern erst nachträglich durch die Einwirkung der Salzsäure und der in der Lava enthaltenen Chlor-Verbindungen auf organische Substanzen. Indem nämlich die glühende Lava über den Pflanzen-reichen Rasen sich ergiesst, geht der Chlor-Gehalt der Lava, der 0,2—0,5 Proc. beträgt, mit dem Stickstoff und Wasserstoff der zerstörten Vegetation eine Verbindung ein, welche in Salmiak-haltigen Fumarolen aus den Spalten der Lava hervorbricht. Daher findet man z. B. am Hecla die Salmiak-Dämpfe nicht am Krater selbst und in der Mitte der Laven-Massen, wo diese über Vegetations-leeres Erdreich hinfliessen, sondern erst an der Grenze des Stromes, besonders reichlich an einer Stelle, wo derselbe ein durch üppige Vegetation ausgezeichnetes Tun (Wiesenland der Isländer) begraben hat. Noch lange nach der Eruption können Salmiak-Dämpfe sich entwickeln, da die Lava noch Jahre lang im Innern glühend bleibt.

Ausbrüche von Wasser und Schlamm. Bei manchen Vulkanen werden während der Ausbrüche gewaltige Massen von Wasser und Schlamm ergossen.

Nicht alles Wasser, welches den Höhen vulkanischer Berge entfliesst, stammt aber aus deren Innerem. Bei sehr hohen fast beständig oder wenigstens während des Winters mit Schnee bedeckten Vulkanen kann durch die bei einer Eruption entwickelte Hitze, durch die Laven-Massen ein Schmelzen der Schnee- und Eismassen bedingt werden, die nun als bedeutende Fluthen sich die Abhänge des Berges herabergiessen und zuweilen nicht geringere Verheerungen hervorrufen als die Laven-Ströme, wie solches beim Aetna im J. 1755 vorgekommen und bei dem Cotopaxi im J. 1738. — Durch wirkliche Ergüsse von Wasser und Schlamm sind aber gewisse Vulkane Amerikas ausgezeichnet, insbesondere jene des Hochlandes von Quito. Der 14706 par. F. hohe Carguairazo ergoss bei seiner Eruption am 19. Juli 1698 ungeheure Ströme von Wasser und Schlamm nebst einer ausserordentlichen Menge kleiner Fische. Letztere, zur Familie der Welse (Silurus) gehörig, Pimelodes Cyclopum, von den Einwohnern aber Prennadillas genannt, wurden in solchen Quantitäten ausgeworfen, dass als sie in Fäulniss übergingen, in der ganzen Umgebung des Carguairazo die gefährlichsten Faulfieber entstanden. Die genannte Fischart kommt noch jetzt in den Bächen von Quito vor. Der oben erwähnte Schlamm heisst bei den Eingeborenen Moya.

Auch beim Tunguragua und Cotopaxi hat man ähnliche Ergüsse von Schlamm mit Fischen beobachtet.

Leuchten der Vulkane. Durch diese Eigenthümlichkeit sind die Vulkane Chilis ausgezeichnet.

Dasselbe ist namentlich während heiterer Sommernächte wahrnehmbar. **Meyen** beobachtete es am Rancagua. Einem Blitze gleich trat nach Sonnenuntergang eine Lichtmasse aus dem Krater hervor um schnell wieder zu verschwinden; in kurzer Zeit wiederholte sich die Erscheinung mehrfach.

Häufigkeit vulkanischer Ausbrüche. Die Häufigkeit der Ausbrüche, d. h. die Thätigkeit eines Vulkans scheint keinem besonderen Gesetz unterworfen. Im Allgemeinen dürften die niedrigen durch grössere Thätigkeit ausgezeichnet sein.

Es hat mir geschienen — so bemerkt **A. v. Humboldt** — als sei das Höhen-Verhältniss von grossem Einfluss auf die Frequenz der Ausbrüche, als wären diese weit häufiger in niedrigen wie in höheren Vulkanen Ich erinnere an die Reihenfolge: Stromboli, der fast täglich donnernde Guacamayo in der Provinz Quiros, der Vesuv, Aetna, Pic von Teneriffa, Cotopaxi. Ist der Heerd dieser Vulkane in gleicher Tiefe, so gehört eine grössere Kraft dazu, die geschmolzenen Massen zu einer sechs- oder achtmal grösseren Höhe zu erheben. Während dass der niedere Stromboli rastlos arbeitet, wenigstens seit den Zeiten homerischer Sagen, und ein Leuchtthurm des tyrrhenischen Meeres den Seefahrern zum leitenden Feuerzeichen wird, sind die höheren Vulkane durch lange Zwischenzeiten von Ruhe charakterisirt. So sehen wir die Eruptionen der meisten Colosse, welche die Andes-Kette krönen, fast durch ein ganzes Jahrhundert von einander getrennt.

Die Ursache der vulkanischen Ausbrüche hängt mit jener, welche die Erdbeben bedingt, auf das Innigste zusammen. Sie hat ihren Sitz in beträchtlichen Tiefen unserer Erde, von dort aus wirken mächtige Kräfte fast unaufhörlich gegen die Erdoberfläche hin. Zwischen letzterer und dem in feurig-flüssigem Zustande befindlichen Erdkern hat eine vielfache Wechselwirkung statt. Der Einfluss der bedeutenden, dort herrschenden Hitze, die Verflüchtigung der verschiedensten Stoffe, insbesondere des Wassers, das in beträchtlichen Mengen den Tiefen der Erde zugeführt wird, veranlasst die Entstehung gewaltiger Massen von Gasen und Dämpfen, die, einen Ausweg suchend, sich solchen von Zeit zu Zeit, bald hier, bald dort, gewaltsam bahnen und auf diese Weise die mannigfachen vulkanischen Erscheinungen bedingen. Dieselben erreichen ihren Culminations-Punkt, indem aus unbekannten Tiefen grössere Massen festen Materials ausgeschleudert oder Ströme flüssiger Lava ergossen werden.

Luft-Vulkane. Aus niedrigen, gewöhnlich kegelförmig gestalteten Hügeln werden in manchen Gegenden vermittelst Gas-Ausströmungen Sand, Schlamm, sogar kleine Steine ausgeschleudert. Dies sind die sogenannten Luft- oder Schlamm-Vulkane, auch unter dem Namen Salsen oder Macaluben bekannt. Ihre Eruptionen finden nur von Zeit zu Zeit statt; manche zeigen sich während eines Jahrhunderts unthätig. Der thonige Schlamm, welcher gewöhnlich etwas salzhaltig und keine hohe Temperatur besitzt, steigt aus Gesteins-Spalten empor, sich in deren Umgebung ausbreitend, während gleichzeitig verschiedene Gase, auch Erdöl mit dem Schlamm hervorkommen. Die Luft-Vulkane erscheinen bald reihen-, bald gruppenweise.

Die Salsen — so bemerkt **A. v. Humboldt** in seinem Kosmos — verdienen

mehr Aufmerksamkeit als ihnen die Geologen bis jetzt geschenkt haben. Man hat die Grösse des Phänomens verkannt, weil von den zwei Zuständen, die es durchläuft, in den Beschreibungen gewöhnlich nur bei dem friedlichen Zustande, in dem sie Jahrhunderte lang beharrten, verweilt wird. — Die Entstehung der Salsen ist durch Erdbeben, unterirdischen Donner, Hebung einer ganzen Länderstrecke und einen hohen, aber auf kurze Zeit beschränkten Flammen-Ausbruch bezeichnet. Als auf der Halbinsel Abscheron am caspischen Meere östlich von Baku die Salse von Jokmali sich zu bilden anfing (27. Nov. 1827), loderten die Flammen drei Stunden lang zu einer ausserordentlichen Höhe empor, die nachfolgenden 20 Stunden erhoben sie sich kaum 3 F. hoch über den Schlamm auswerfenden Krater. Bei dem Dorfe Baklichli, westlich von Baku, stieg die Feuersäule so hoch, dass man sie in 6 Meilen Entfernung sehen konnte. Grosse Felsblöcke, den Tiefen entrissen, wurden ausgeschleudert. Diese findet man auch um die gegenwärtig so friedlichen Schlammvulkane vom Monte Zibio nahe bei Sassuolo im nördlichen Italien. Der Zustand des zweiten Stadiums hat sich über $1^1/_2$ Jahrhunderte in den von den Alten beschriebenen Salsen von Girgenti (den Macalubi) in Sicilien erhalten. Dort stehen, nahe an einander gereiht, viele kegelförmige Hügel von 8, 10, ja 30 F. Höhe, die veränderlich ist, wie ihre Gestalt. Aus dem oberen mit Wasser gefüllten Becken fliesst, unter periodischer Entwickelung von Gas, lettiger Schlamm in Strömen herab.

Luft-Vulkane kennt man ausser Sassuolo in Modena und Girgenti in Sicilien noch in der Krim, auf der Halbinsel Taman, auf Java, Trinidad, in Neu-Granada.

Erdfeuer. Ausströmungen brennbarer Gasarten, sogenannte Gas-Vulkane oder Erdfeuer kommen in manchen Gegenden überaus zahlreich vor. Es sind vorzugsweise Quellen von Kohlenwasserstoff-Gas, die Feuerquellen, die einmal entzündet, oft auf lange Zeiten fortbrennen. Nicht selten werden bei Bohr-Arbeiten nach Brunnen, nach Kohlen oder Steinsalz, solche Gasquellen aufgeschlossen.

Italien hat das Phänomen besonders schön aufzuweisen. Bekannt sind die Feuer von Pietra mala, einem zwischen Bologna und Florenz gelegenen Dorfe; hier steigen auf kleinem Raume mehrere Flammen auf, deren bedeutendste etwa 5 F. hoch ist. Auch bei Barigazzo in Modena kennt man ähnliche. In den Kohlen-Gruben Englands und Belgiens sind Ausbrüche von Kohlenwasserstoffgas häufig. In Nordamerika ist die Erscheinung nicht selten; besonders grossartig aber auf der Halbinsel Abscheron, in den Umgebungen von Baku: ebenso besitzt China zahllose Feuerquellen — dort Hotsing genannt — die meist beim Bohren nach Steinsalz aufgeschlossen wurden.

Heisse Quellen. Wie die oben betrachteten Erscheinungen, so deuten die über die ganze Erde verbreiteten warmen Quellen oder Thermen auf eine beträchtliche Hitze im Erdinnern, sie brechen aus den verschiedensten Gesteinen hervor. Früher glaubte man warme Quellen nur in vulkanischen Landstrichen, in den Umgebungen noch thätiger oder erloschener Vulkane suchen zu müssen; neuere Untersuchungen haben vom Gegentheil belehrt; ja **v. Humboldt** bemerkt ausdrücklich „die heissesten, die man bisher beobachtet und die ich selbst aufgefunden, zeigen sich fern von allen Vulkanen."

Unter letzteren meint **Humboldt** die Aguas calientes de la Trucheras in Südamerika, welche 97° C., jene von Commangillas bei Guanaxuato, die 94° C. besitzen. — Im südlichen Afrika treten viele heisse Quellen von plutonischen Massen weit entfernt aus neptunischen Gebilden hervor.

In den verschiedensten Weltgegenden giebt es warme Quellen, namentlich in Central- und Südamerika, in Ostindien, in Java, Manila, auf Neuseeland u. a. O.; zu den besonders interessanten gehören jene auf Island und auf St. Miguel. Von den ersteren war bereits oben bei der Bildung des Kieselsinters die Rede*); die heissen Quellen und Dämpfe auf der azorischen Insel St. Miguel entsteigen nach **G. Hartung** — dem wir eine treffliche geologische Schilderung der Azoren verdanken — auf einer Linie die von WNW. nach OSO. durch den mittlen Theil der Insel geht. Die bedeutendsten und ergiebigsten sind die Caldeiras das Furnas; der Caldeira Grande genannte Sprudel bricht in einer Wassergarbe von 3 F. Höhe und 2 F. Durchmesser hervor. Die Temperatur desselben beträgt nach **G. Hartung** 91° C.

*) S. 448.

Sechster Abschnitt.

Von den Gebirgs-Erhebungen, von Senkungen und Hebungen der Erdoberfläche.

Gebirgs-Erhebungen.

Die Gebirge verdanken ihre Entstehung einstigen bedeutenden Erhebungen, welche bald wiederholt und allmählig, bald nur einmal stattfanden. Allen Hebungen aber gingen, in Folge der durch diese bedingten Erschütterung, Spalten-Bildungen voran, aus oder längs welchen nun die gehobenen Massen emporstiegen. Die Ausdehnung solcher Spalten geht gewöhnlich in die Länge und daher findet man auch, dass die meisten Gebirge eine weit grössere Ausdehnung in die Länge als in die Breite besitzen; dies sind die sog. Ketten-Gebirge oder Gebirgsketten. Andere Gebirge, bei welchen dies nicht der Fall, werden als Massen-Gebirge bezeichnet.

Durch die Erhebungen wurden nicht allein beträchtliche Störungen und Veränderungen in den gehobenen Gesteins-Massen hervorgerufen, sondern auch eine wesentliche Umgestaltung der Erdoberfläche bedingt. Die ersteren zeigen sich besonders bei den sedimentären Formationen, deren Schichten bis zu steilen Winkeln aufgerichtet, zertrümmert, mannigfach gewunden und gebogen, ja sogar oft umgekippt, d. h. die tieferen, älteren über die höheren, jüngeren gestürzt wurden. — Die wichtigsten Veränderungen an der Erdoberfläche sind aber die Thal-Bildungen.

Man unterscheidet namentlich zwischen Spaltungs- und Erhebungs-Thälern. Jene sind das Resultat gewaltiger Berstungen und Zerreissungen des Bodens und stellen sich gewöhnlich als Querthäler dar; diese bilden die Vertiefungen, die Zwischenräume zwischen den gehobenen Massen, sie erscheinen meist als Längenthäler.

Seit dem Augenblicke ihrer Entstehung ist aber die Oberfläche von Thälern und Gebirgen einer fortdauernden Abnutzung und Veränderung unterworfen gewesen durch die unausgesetzte Thätigkeit der Erosion.

Zeit der Gebirgs-Erhebungen. Die geologische Periode, in welcher die Erhebung einzelner Gebirge stattfand, lässt sich oft durch die gegenseitigen Lagerungs-Verhältnisse der Gesteine näher ermitteln. Wie oben bemerkt wurde, hatten die Hebungen bei den sedimentären Formationen beträchtliche Störungen zur Folge; die ursprünglich wagerecht abgelagerten Schichten wurden in eine mehr oder weniger steile Lage versetzt. Findet man also in einem Gebirge z. B. die Schichten der Steinkohlen-Formation in sehr geneigter Lage, so liegt der Schluss nahe, dass die Erhebung nach Ablagerung jener Formation statt hatte. Kommen nun in dem nämlichen Gebirge noch andere Sediment-Gebilde vor, deren Schichten auf den geneigten der Steinkohlen-Formation in horizontaler Lage getroffen werden, z. B. Schichten des Buntsandsteins, so folgt hieraus, dass die Hebung vor Beginn der Trias-Periode statt hatte. Mit Untersuchung der ungefähren Zeiten der Gebirgs-Erhebungen hat sich besonders **Elie de Beaumont** beschäftigt und ist zu äusserst interessanten Resultaten in Bezug auf die Entwickelungs-Geschichte unserer Erde gelangt. Diese Resultate sind kurz folgende. Die langen Perioden der Ruhe, während welcher die Niederschläge der Sediment-Formationen erfolgten, wurden unterbrochen von einzelnen aber kürzeren Perioden der Störung d. h. jenen Zeiträumen, in welche die Emporhebung der Gebirge fällt. Zu gleicher Zeit wurden in den verschiedensten Welt-Gegenden Gebirge erhoben. Gleichzeitig erhobene Gebirge besitzen aber gleiches Streichen d. h. die nämliche bestimmte Längs-Richtung nach einer Himmels-Gegend, sie sind also zu einander parallel. Es lässt sich nun eine ganze Reihe geologischer Zeiträume nachweisen, während welcher die Emporhebung der Gebirge erfolgte; die gleichzeitig gehobenen Ketten nennt **Elie de Beaumont** ein Gebirgs-System und unterscheidet gegenwärtig 20 solcher Systeme, benannt nach jenen Gebirgsketten, welche die Hebung besonders deutlich zeigen oder auch nach Oertlichkeiten, wo man genaue Beobachtungen angestellt hat.

1. System der Vendee. Richtung NNW. nach SSO. In der Vendee und in den südwestlichen Küsten-Regionen der Bretagne erlitten die Schichten der alten krystallinischen Schiefer, die „primitiven Formationen“ beträchtliche Störungen.

2. System von Finistère. Die alten Schiefer-Gebilde der Bretagne wurden von wiederholten Hebungen betroffen. Richtung von O. 20 bis 25° N. Auch in Finnland, Schweden, Schottland dürfte dieses System vorhanden sein. Zwischen **Upsala**

und Gothaburg zeigen die älteren Schiefer, auf denen die silurischen Gesteine in ungleichförmiger Lagerung ruhen, beträchtliche Hebungen.

3. System von Longmynd. Die Hügel von Longmynd in Shropshire bestehen aus steil aufgerichteten Schiefern, die nach N. 25° O. streichen und werden von den silurischen Schichten mit abweichender Lagerung bedeckt. Im Erzgebirge Sachsens und Böhmens bemerkt man ähnliche Hebungs-Richtungen; die Hebung fand vor dem Absatz der ältesten silurischen Schichten statt.

4. System des Morbihan. Richtung N. 43° O. Die silurischen Gesteine der Bretagne, des Erzgebirges und des Böhmerwaldes gehoben.

5. System von Westmoreland und vom Hundsrück. Die obersilurischen Gesteine im Westmoreland, Cornwall, in den Ardennen, im Hundsrück, in Schweden und Norwegen gehoben. Richtung O. 31° N.

6. System der Ballons der Vogesen. Richtung W. 6° N. Die Schichten der devonischen Formation gehoben in den Vogesen, am Harze, in Scandinavien und Russland.

7. System des Forez. Richtung N. 11° W. Die Hebung fällt zwischen den flötzleeren Sandstein und die eigentliche Steinkohlen-Bildung.

8. System von Nordengland. Richtung N. 2° 30′ O. Hebung nach Ablagerung der Steinkohlen- und vor jener der permischen Formation. Es sind namentlich Porphyre, welche in jener Periode emporstiegen.

9. System der Niederlande und von Wales. Richtung O. 2° N. Nach dem Schluss der permischen Periode und vor Beginn der Trias-Zeit.

10. System des Rheins. Richtung N. 21° O. Nach Ablagerung des Zechsteins, vor der des Buntsandsteins. Vogesen und Schwarzwald.

11. System des Thüringer Waldes. Richtung W. 36° 47′ N. Nach Ablagerung des Keupers und vor Beginn der Jura-Periode.

12. System des Erzgebirges und der Côte d'Or. Richtung O. 35° 55′ N. Nach Ablagerung der Jura-Formation vor jener der Kreide-Formation.

13. System des Monte Viso. Richtung N. 21° 51′ W. Nach Ablagerung des Grünsandes, bevor die weisse Kreide sich bildete.

14. System der Pyrenäen. Richtung W. 21° N. Nach Ablagerung der Nummuliten-Formation, vor jener des Grobkalkes.

15. System von Corsica und von Sardinien. Richtung N. 1° 11″ W. Nach Ablagerung des Grobkalkes vor der Molasse-Bildung.

16. System der Insel Wight und des Tatra. Richtung O. 4° 32′ N. Vor Absatz der Molasse.

17. System des Sancerrois und Erymanthus. Richtung O. 22° 18′ N. Vor dem Absatz der Faluns.

18. System der Westalpen. Richtung N. 28° 19′ O. Nach der Molassen-Periode.

19. System der Ostalpen. Richtung O. 14° 11′ N. Nach Ablagerung der Subapenninen-Formation.

20 System des Vesuv, des Aetna und Tänarus. Richtung N. 15° 46′ O. Nach der sog. Diluvial-Formation und vor der „Alluvial-Formation".

Senkungen der Erdoberfläche. In mehreren Gegenden hat man Thatsachen beobachtet, die für allmählige Senkung des Landes sprechen. Dies ist namentlich längs mancher Küsten-Strecken der Fall,

wo man gegenwärtig Stellen vom Meer bedeckt sieht, die früher über dem Meeresspiegel erhaben waren.

So z. B. in Dalmatien, in Grönland; hier bemerkt man unfern Godthaab und Fredrickshaab zu gewissen Zeiten eines sehr niederen Wasserstandes die Trümmer einstiger Wohnungen.

Untermeerische Wälder. An den englischen Küsten, von Somersetshire und Lincolnshire, am Gestade des Firth of Forth in Schottland, an den Gestaden des nördlichen Frankreichs und Dänemarks hat man unter dem Stande der Meeres-Fluthen oft auf grosse Strecken hin Haufwerke von Pflanzen-Theilen, sog. untermeerische oder submarine Wälder entdeckt: Zweige, Blätter, Sträuche, Wurzeln und Stämme, letztere zuweilen 10 bis 20 F. lang, von Sand oder Schlamm bedeckt. Die Pflanzen gehören den nämlichen Arten an, wie solche noch auf den nachbarlichen Gestaden wachsen. Es gelten diese untermeerischen Wälder als Beweise für Senkungen von Küstenstrichen.

Von den Hebungen der Erdoberfläche.

Schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts sprach der schwedische Naturforscher **Celsius** die Ansicht aus: dass der Spiegel der Ostsee sowie des nördlichen Oceans allmählig mehr und mehr sinke.

Celsius stützte seine Behauptung auf die damals allen Küstenbewohnern Scandinaviens bekannten Thatsachen: dass einst vom Meere bedeckte Klippen nun aus demselben hervorragten, dass früher dicht am Meer gelegene Gebäude nun entfernter davon seien. Nach vielen von ihm angestellten Beobachtungen stellte **Celsius** die Ansicht auf: dass das Niveau des Nordmeeres und Baltischen Meeres um 40 schwedische Zoll in einem Jahrhundert sänke.

L. v. Buch, welcher zu Anfang dieses Jahrhunderts Schweden und Norwegen besuchte, die von **Celsius** geschilderten Erscheinungen sah gab eine andere Erklärung: dass das Land sich allmählig hebe.

Ich kam — so erzählt er (1807) in seinen „Reisen durch Norwegen und Lappland" nach Innerviken an einem schmalen Meerbusen. Noch vor wenig Jahren fuhr man mit Booten hinüber; nun aber ist er so ausgetrocknet, dass die Strasse darüber hingeführt werden konnte und die Anwohnenden, welche die Abnahme täglich vor Augen haben, glauben es noch zu erleben, den Boden des Meeresarmes in Wiesen und Aecker verwandelt zu sehen. Da es nun gewiss ist, dass der Meeresspiegel nicht sinken kann — das erlaubt das Gleichgewicht im Meere nicht — und das Phänomen der Abnahme sich gar nicht bezweifeln lässt, so bleibt kein Ausweg, als dass ganz Schweden sich langsam in die Höhe hebe, von Fredrikshall bis Abo, vielleicht bis Petersburg hin.

Der Ausspruch **L. v. Buchs**: dass Schweden in fortwährendem Steigen begriffen sei, veranlasste die schwedische Akademie im J. 1821 Untersuchungen anzustellen, welche die Richtigkeit der Behauptung bestätigten, dass besonders an den inneren Küsten, im Bothnischen mehr wie im Finnischen Meerbusen, die Erscheinung wahrzu-

nehmen sei. Aber es gab auch Zweifler. Zu diesen gehörte **Charles Lyell.** Der englische Geolog untersuchte daher selbst im J. 1834 die schwedischen Küsten. Seine Forschungen brachten ihn zu der Ueberzeugung, dass wirklich eine Hebung des Landes statt gefunden habe und wohl noch statt finde. Die durchschnittliche Grösse der Hebung während eines Jahrhunderts schätzte **Lyell** auf 3 Fuss.

Seit jener Zeit glaubte man in den verschiedensten Gegenden Europas Beweise für Hebungen zu sehen; längs den Küsten Norwegens, am Kattegat, im nördlichen Russland, in Frankreich, Schottland, Irland, Sicilien. Die Länder, von welchen die Beobachtungen ausgingen, waren namentlich der Schauplatz zahlreicher Beobachtungen Nach **Keilhau** hat sich in der Periode der gegenwärtigen Meeres-Fauna Norwegen allmählig bis zur Höhe von 600 F. gehoben, völlig horizontal, parallel mit dem Niveau des Meeres. Indess sollen auch in Finnmarken Hebungs-Linien vorkommen, die nicht unter einander parallel; so sollen bei Uddevalla Muscheln in 200 F. Höhe, bei Christiania über 600 F. Höhe liegen. — **Forchhammer** hat gezeigt, dass derjenige Theil Jütlands, welcher nördlich einer Linie durch Nissumfjord über Nyborg bis zur Südspitze von Moen liegt, im Heben begriffen sei. Gruss und Strandgeschiebe liegen da umher, wohin jetzt kein Wellenschlag mehr gelangt; viele Fuss über der Meeres-Fläche befinden sich Moorstrecken, in denen Schalen noch lebender Meeresthiere. — Die Fischer an den Scheeren Norwegens sollen an manchen Stellen mit ihren Booten nicht mehr zwischen Felsen hindurchschiffen können, wo es früher möglich war. — Nach **Keyserling** soll das untere Petschora-Thal einst ein Meerbusen des Eismeeres gewesen sein, weil in jenem viele arktische Muscheln vorkommen. — An der französischen Küste, um die Insel Olonne, bei Marennes, in der Vendée liegen Muschelbänke 30 bis 40 F. über dem gewöhnlichen Wasserstande, gegen 9000 F. vom Meere landeinwärts. In den verschiedensten Gegenden Englands trifft man Muschellager in ansehnlicher Höhe über dem Meere; so am Clyde in 40 F., bei Glasgow in 350 F., am Severn bis 600 F.

Seit **L. v. Buch** die Theorie von einer allmähligen Hebung des Landes aufgestellt, haben sich ihm die meisten Geologen angeschlossen und gerade sein einstiger Gegner, **Lyell**, war in der letzten Periode unter den hervorragenderen Forschern ein Hauptvertreter dieser Ansicht. Erst in neuerer Zeit hat einer der ersten Geologen Russlands, **H. Trautschold** sich zu Gunsten der Annahme von **Celsius** von einem allmähligen Sinken des Oceans ausgesprochen und Gründe geltend gemacht, die alle Achtung verdienen. Die Verminderung des Wassers im Weltmeere ist es namentlich, worauf **Trautschold** sich stützte.

Mit Recht betont es **Trautschold**, wie die Vertheidiger der Hebungs-Theorie nie die Kräfte angeben, welche die sog. säkularen Hebungen bewirken. Die von Manchen für die Hebung angeführte Thatsache des Vorkommens von Strandlinien in Norwegen in verschiedenen Niveaus hat, wie **Trautschold** bemerkt, nichts Auffallendes. Wenn Muschel-Lager an dem einen Ort sich in einem höheren, an einem anderen in tieferem Niveau finden, so ist dies eben dadurch zu erklären, dass das Meer nach und nach herabgesunken, dass die Balanen und andere Bohr-Muscheln

ihm gefolgt, während Muscheln an senkrechten Felsen sich nicht halten konnten, ihre Reste auf die nächste Terrasse fielen.

In seiner vortrefflichen Abhandlung*) hebt **Trautschold** folgende Resultate seiner Betrachtungen hervor: 1) Es gibt keine säkularen Hebungen ausgedehnter Continente. 2) Der Spiegel des Meeres ist in fortwährender Senkung begriffen. 3) Das feste Land vergrössert sich auf Kosten des Meeres. 4) Es existirt keine säkulare Senkung grosser Continente. 5) Alle Hebungen werden verursacht durch die Bildung eruptiver Gesteins-Massen. Der wesentlichste Factor bei der Entstehung der eruptiven Gesteins-Massen ist das Wasser. Die Hebungen beschränken sich immer nur auf relativ kleine Theile des Erdballs, aber sie dauern an seit der Bildung der Erdrinde bis auf den heutigen Tag. 6) Zur Verminderung des Wassers im Weltmeere haben beigetragen: die Bildung des Polareises, der Gletscher, des ewigen Schnees der Berge, die Vegetation der Inseln und Festländer, die Thierwelt des festen Landes, die Flüsse und Seen, die Bildung wasserhaltiger Mineralien, die mechanische Vertheilung von Wasser in allen Gesteinen und das allmählig tiefere Eindringen des Wassers in die fortdauernd sich verdickende Erdrinde. 7) Wo eine Senkung nicht Folge einer lokalen vulkanischen Erschütterung ist, wird sie hervorgebracht durch Zusammensintern von Schlamm-Absätzen, durch Unterwaschung und durch Auflösung der Gesteine der Meeres-Ufer. 8) Aus Sedimenten gebildete Ebenen müssen bald nachdem sie vom Wasser verlassen sind durch Zusammensintern und Austrocknen einsinken. Das spätere Aussüssen des Bodens findet nur an der Oberfläche statt und kann nur unbedeutende Senkung zur Folge haben. 9) Das Wasser scheint auf bestimmten, mehr oder weniger langen Spalten in die tiefern Schichten der Erdrinde einzusickern, um dort als Hauptfactor bei der Bildung eruptiver Gesteine mitzuwirken. Aber auch sonst muss überall das Wasser tiefer eindringen, je mehr die Verdickung der Erdrinde, oder, was dasselbe ist, ihre Erkaltung vorschreitet. 10) Die Fluctuation des flüssigen Erdkernes ist eine nicht hinreichend begründete Voraussetzung. 11) An Küsten, die aus neueren eruptiven Gesteinen bestehen, weisen die Strandlinien möglicher Weise auf Hebung; an Küsten, die aus Sedimentgesteinen bestehen, die horizontal gelagert, weisen die Strandlinien mit höchster Wahrscheinlichkeit auf Senkung des Meeres 12) Im wissenschaftlichen Sinne genommen ist die Redensart: „après nous le déluge" falsch. Sie muss heissen: „après nous la sécheresse et le froid."

*) Ueber säkulare Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche. 1869. (Im Bull de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou).

Erstes Register.

Petrefacten Register.

A. Register der Pflanzen-Species.

B. Register der Thier-Species.

Nachträge und Berichtigungen.

Seite 17. Leucit. Dass der Leucit nicht regulär, sondern quadratisch in der Combination $_4P_2 . P$ krystallisirt ist dem mineralogischen Publicum durch die wichtigen Entdeckungen von **G. vom Rath** seither bekannt worden. (Monatsber. d. K. Akad. d. Wissensch. in Berlin, 1. Aug. 1872 oder Jahrb. f. Min. 1873, S. 113 ff.)

Seite 199. Steinsalzlager in der silurischen Formation sind jetzt nachgewiesen. Das „Salt Range“ in Pendschab ist eine etwas entfernte Stufe des grossen Himalaya-Gebirges, die von Ihelum (Dschilam) aus bis an den Indus bei Kalabagh sich erstreckt. Es sind Steinsalz-Lager von grosser Ausdehnung die einer Mergel-Formation des Silurs angehören. (Vergl. **Oldham,** Verhandl. d. geol. Reichsanstalt 1873, N. 9, S. 168.)

Seite 252. Als Hauptleitfossilien für den alpinen Buntsandstein sind *Posidonomya Clarae* **Emmr.** und *Ceratites Cassianus* **Quenst.** noch beizufügen. Als ein wichtiges seither erschienenes Werk ist für die alpine Trias hervorzuheben: **H. Emmrich,** geologische Geschichte der Alpen. Jena. 1873

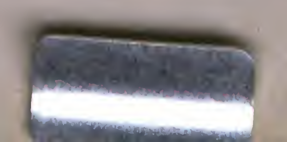
Seite 267. Lettenkohlen-Gruppe. Dieser Benennung wird die geeignetere „Kohlenkeuper“ vorzuziehen sein.

Seite 277. Die Steinsalz-Lager Lothringens gehören nicht dem Kohlenkeuper an, sondern den Gypsmergeln des unteren ächten Keupers. Vergl. **Fr. Nies,** die angebliche Anhydrit-Gruppe im Kohlenkeuper Lothringens: Würzburg 1873.

Seite 393 oben ist das Wort „Meeresbuchten“ weggelassen worden. wodurch eine Unrichtigkeit entsteht. Es muss heissen „einstiger Meeresbuchten und Süsswasser-Seen“ u. s. w.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.






Digitized by Google